



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta.

Juan David Velásquez Mejía

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería

Bogotá, Colombia

2020

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta.

Juan David Velásquez Mejía

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería-Estructuras

Directora:

Ph.D. Maritzabel Molina

Codirector:

Ph.D. Jesús Villalba

Línea de Investigación:

Diseño Sismo-resistente

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería

Bogotá, Colombia

2020

A mis abuelos

La vida es una carrera de relevos en la que una generación pasa la llama a la siguiente y a veces las flores que anhelaron unos brotan en otros. Y el mérito del logro es de todos.

Eva Bach y Cecilia Martí

Agradecimientos

Gracias a Dios por sus infinitas bendiciones.

Primero quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de realizar este estudio que me permite mejorar como profesional. También a mis padres quienes me han apoyado a lo largo de mi vida y han permitido que haya alcanzado este logro. A mi esposa por su amor incondicional y por apoyarme día a día en este proceso.

Quisiera agradecer también a La Universidad Nacional de Colombia donde me formé como ingeniero civil en la sede Manizales y ahora como Magister en Bogotá. A los profesores que con su gran papel me han llenado de conocimientos.

Finalmente, un agradecimiento especial a mis directores de trabajo de grado, la PhD. Maritzabel Molina y el Ph.D. Jesús Villalba, quienes me apoyaron en el desarrollo de mi trabajo y retroalimentar paso a paso el proceso.

Resumen

Los sistemas estructurales convencionales se basan en la combinación de resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía de sus elementos estructurales en el rango inelástico para controlar la respuesta de una edificación ante un evento sísmico. En ese sentido, surgen los sistemas de protección sísmica con el objetivo de incrementar la capacidad de disipación de energía de la estructura y evitar la ocurrencia de daño en los elementos estructurales.

En esta investigación se busca determinar el coeficiente de disipación de energía (R) de 4 edificaciones en concreto reforzado con arriostramientos restringidos al pandeo (RPR) con diferentes alturas (4, 8, 12 y 16 pisos) ubicadas en una zona de amenaza sísmica alta. El diseño de las estructuras se realiza tomando en cuenta los lineamientos de la NSR-10 y la ASCE 07-16, asumiendo que las riostras se comportan como disipador de energía. Se utiliza el método de Oviedo et al. (2010) para determinar las propiedades geométricas y mecánicas de las riostras de pandeo restringido (RPR). El cálculo del coeficiente de disipación de energía se obtiene teniendo en cuenta el comportamiento postfluencia de la estructura ante el sismo de diseño. Cabe resaltar que la normativa colombiana no contempla el uso de arriostramientos restringidos al pandeo como elementos de disipación y que el uso del sistema aporticado en concreto es de amplio uso en el país.

Palabras clave: Sistemas de protección sísmica, Riostras de pandeo restringido, Coeficiente de disipación de energía, Disipadores histéreticos, Ductilidad, Análisis de plastificación progresiva.

Abstract

Traditional structural systems are based on the combination of resistance, stiffness and plastic energy dissipation capacity of the structural elements in order to control the seismic response of structures. In that sense, seismic protection systems have emerged, such as alternative that increase the energy dissipation capacity of the structure, reducing the damage level in structural elements.

This research seeks to determine the Response Reduction Coefficient (R) of 4 reinforced concrete buildings with buckling restrained braces (BRB), of different heights (4, 8, 12 and 16 floors), located in a high seismic hazard zone. The design of the structures is carried out according to the NSR-10 and ASCE 07-16 guidelines, taking into account BRB added energy dissipation to the structural systems. The Oviedo et al. (2010) method is applied to determining the geometric and mechanical properties of buckling-restrained braces (BRB). It should be noted that the Colombian design code does not contemplate the use of buckling restrained braces as dissipation elements, and that concrete frames are widely used in the country.

Keywords: Buckling Restricted Bracing, Response Reduction Coefficient, Hysteretic Dampers, Ductility, Pushover.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Abstract.....	X
Lista de figuras	XIV
Lista de tablas	XVII
Introducción	1
Objetivo general.....	3
Contenido del documento	3
1. Identificación del problema y justificación	5
1.1 Antecedentes y justificación	5
1.2 Identificación del problema.....	10
2. Estado del arte	11
2.1 Implementación de arriostramientos restringidos al pandeo	11
2.2 Modelación, análisis y diseño de estructuras con arriostramientos restringidos al pandeo	13
2.3 Evaluación del coeficiente de disipación de energía	17
2.4 Pruebas experimentales.....	21
3. Marco teórico	27
3.1 Requisitos de diseño sísmico para estructuras con sistemas de disipación. .	27
3.2 Desempeño sísmico de pórticos de concreto reforzado controlado por derivas con disipadores histeréticos.....	30
3.2.1 Conceptos básicos	30
3.2.2 Modelación estructural y procedimiento del trabajo desarrollado por Oviedo	31
3.3 Método de plastificación progresiva (en inglés Nonlinear static analysis o Pushover)	37
3.3.1 Capacidad de la estructura	38
3.3.2 Demanda de la estructura	39
3.3.3 Nivel de desempeño.....	41
3.4 Cálculo del coeficiente de disipación de energía (R)	43
3.4.1 Procedimiento de Asgarian y Shokrgozar.....	43
3.4.2 Procedimiento de Özkılıç, Bozkurt, & Topkaya	46

3.4.3	Procedimiento de Mahmoudi y Zaree	47
3.4.4	Procedimiento de Abou-Elfath, Shamel Fahmy & Mohamed Khalifa...	49
4.	Validación de la modelación de los dispositivos	52
4.1	Validación de la modelación de los dispositivos como elementos link tipo Wen	52
4.1.1	Modelo de Wen.....	53
4.1.2	Experimento base para la validación	55
4.1.3	Modelación de arriostramientos como elementos tipo link.....	56
4.2	Localización de los dispositivos en la estructura	59
5.	Metodología de análisis y diseño de edificaciones con disipadores de arriostramientos restringido	66
5.1	Evaluación inicial de la estructura.....	66
5.1.1	Evaluación de cargas	68
5.1.2	Evaluación de irregularidades	69
5.1.3	Verificación del cortante basal	69
5.1.4	Participación modal	70
5.1.5	Verificación de índice de estabilidad y restricción al desplazamiento lateral	70
5.1.6	Diseño del sistema de resistencia sísmica	71
5.2	Aplicación de la metodología de enfoque en deriva de fluencia constante de Oviedo et al. (2010)	72
5.2.1	Análisis de plastificación progresiva	73
5.2.2	Análisis de cortante basal contra desplazamiento de cada nivel.....	74
5.2.3	Análisis del comportamiento de la estructura sin disipadores.....	75
5.2.4	Definición de la relación de deriva (v) y de la relación de resistencia (β).	76
5.3	Verificación de requisitos de acuerdo con la ASCE 07-16.....	79
5.3.1	Análisis modal de la estructura	80
5.3.2	Evaluación de la ductilidad.....	81
5.3.3	Cálculo de amortiguamiento viscoso equivalente.	82
5.3.4	Cálculo de amortiguamiento viscoso histerético.....	82
5.3.5	Cálculo del amortiguamiento efectivo total y coeficiente de amortiguamiento.....	83
5.3.6	Verificación del cortante basal.	84
5.3.7	Verificación de la ductilidad.....	86
5.3.8	Verificación del comportamiento del disipador.	87
5.4	Verificación de derivas	87
5.5	Verificación final del diseño.....	88
5.6	Cálculo del coeficiente de disipación de energía.....	89
6.	Definición de las características de las edificaciones y aplicación de la metodología de análisis y diseño.....	90
6.1	Definición de las características generales de las estructuras evaluadas.....	90
6.1.1	Configuración geométrica	90
6.1.2	Definición de materiales	91
6.1.3	Evaluación de cargas	92
6.1.4	Carga sísmica.....	92
6.1.5	Vista tridimensional de las estructuras analizadas	93
6.1.6	Tipificación de refuerzo de vigas.....	97

6.2	Análisis y diseño del sistema de pórticos	98
6.2.1	<i>Verificación de irregularidades y coeficiente de disipación de energía</i>	98
6.2.2	Verificación de cortante basal	100
6.2.3	Participación modal	102
6.2.4	Índice de estabilidad.....	102
6.2.5	Diseño de los elementos del sistema de resistencia a fuerzas sísmicas	104
6.3	Aplicación de la metodología de enfoque en deriva de fluencia constante de Oviedo et al. (2010)	105
6.3.1	Análisis de plastificación progresiva	105
6.3.2	Análisis del comportamiento de la estructura sin disipadores.....	111
6.3.3	Diseño de los arriostramientos restringidos al pandeo.....	113
6.3.4	Modelación de los arriostramientos restringidos al pandeo en el programa de análisis.....	116
6.3.5	Verificación del comportamiento de los disipadores en la estructura.....	117
6.4	Verificación de requisitos de acuerdo con la ASCE 07-16.....	118
6.4.1	Verificación del cortante basal.	126
6.4.2	Verificación del diseño definitivo.	129
6.4.3	Verificación de derivas	131
6.5	Cálculo del coeficiente de disipación de energía.....	132
7.	Análisis de resultados	135
7.1	Configuración final de las estructuras.....	135
7.2	Propiedades geométricas y mecánicas de los disipadores.....	137
7.3	Fuerza y desplazamiento de fluencia para los sistemas de disipación y de resistencia sísmica	140
7.4	Amortiguamiento de las estructuras.....	145
7.5	Desempeño de las estructuras ante el sismo de diseño (MCD)	146
7.6	Desempeño de las estructuras ante el sismo máximo considerado (MCE) .	153
7.7	Coeficiente de disipación de energía.....	160
7.8	Comparación con estructura combinada	162
8.	Conclusiones y recomendaciones	168
8.1	Conclusiones	168
8.1.1	Conclusiones generales	168
8.1.2	Conclusiones de análisis	169
8.1.3	Conclusiones de diseño	170
8.2	Recomendaciones.....	171
8.2.1	Recomendación en implementación de diseño	171
8.2.2	Recomendación para investigación	171
A.	Anexo 1: Análisis y Diseño de la estructura de 4 pisos.	173
B.	Anexo 2: Análisis y Diseño de la estructura de 8 pisos	174
C.	Anexo 3: Análisis y Diseño de la estructura de 12 pisos	175
D.	Anexo 4: Análisis y Diseño de la estructura de 16 pisos	176
	Bibliografía	177

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Comportamiento de arriostramiento común contra riostras de pandeo restringido	5
Figura 1-2: Vista de una riostra de pandeo restringido utilizada en edificio de la Universidad de California, Berkeley	6
Figura 1-3: Esquema de riostra de pandeo restringido.....	7
Figura 1-4: Elementos compartidos entre sistema de disipación y sistema de resistencia sísmica.....	9
Figura 2-1: Curva de push over para un sistema con disipadores	15
Figura 2-2: Montaje de los BRB en el marco del actuador a) vista general, b) Conexión superior, c) Conexión inferior	22
Figura 2-3: Montaje de los BRB en la prensa (a) Vista general del BRB, (b) Soporte y conexión de la parte superior y (c) Soporte y conexión de la parte inferior.	23
Figura 2-4: Montaje de los BRB de corta longitud.	24
Figura 2-5: Remplazo del núcleo metálico de los BRB.....	25
Figura 3-1: Estructuras analizadas.....	32
Figura 3-2: Sistema de edificios con disipadores histeréticos (Riostras de pandeo restringido)	32
Figura 3-3: Interacción asumida entre el sistema principal de pórticos y el sistema de disipación.	33
Figura 3-4: Curva de capacidad y curva de plastificación progresiva	39
Figura 3-5: Reducción efectiva de la amortiguación de la demanda de diseño.....	40
Figura 3-6: Punto de desempeño	42
Figura 3-7: Respuesta general de la estructura – Asgarian & Shokrgozar	44
Figura 3-8: Respuesta general de la estructura - Özkılıç, Bozkurt, & Topkaya	46
Figura 3-9: Respuesta general de la estructura - Mahmoudi y Zaree	48
Figura 3-10: Respuesta general de la estructura - Abou-Elfath, Shamel Fahmy & Mohamed Khalifa	49
Figura 4-1: Parámetros del modelo de Wen	53
Figura 4-2: Comportamiento del disipador como sistema en paralelo.	54
Figura 4-3: Comparación montaje experimental contra modelo numérico.	57
Figura 4-4: Parámetros del disipador tipo riostra de pandeo restringido.	58

Figura 4-5: Comparación de los resultados experimentales con los resultados de la modelación con elementos tipo Link.	59
Figura 4-6: Configuraciones evaluadas de ubicación de disipadores (a) V invertida central, (b) V invertida exterior, (c) Diagonal simple interior y (d) diagonal simple exterior	60
Figura 4-7: Curvas de capacidad para las diferentes configuraciones evaluadas.....	62
Figura 4-8: Fuerza Cortante sobre cada apoyo de la estructura.....	63
Figura 4-9: Fuerza Axial sobre cada apoyo de la estructura	64
Figura 5-1: Diagrama de flujo de la metodología de análisis y diseño para edificaciones con disipadores de arriostramiento restringido	67
Figura 5-2: Diagrama de flujo de la evaluación inicial de la estructura	68
Figura 5-3: Diagrama de flujo de la metodología de enfoque en deriva de fluencia constante	72
Figura 5-4: Cálculo de cortante por nivel	74
Figura 5-5: Desplazamiento por nivel.....	75
Figura 5-6: Comportamiento por nivel.....	76
Figura 5-7: Comportamiento del disipador como sistema en paralelo.	77
Figura 5-8: Datos de entrada software Riostra F'c-BRB.....	78
Figura 5-9: Diagrama de flujo de la verificación de requisitos de acuerdo con la ASCE 07-16	79
Figura 5-10: Diagrama de flujo de cálculo del coeficiente de disipación de energía ...	89
Figura 6-1: Configuración en planta empleada en las edificaciones analizadas	91
Figura 6-2: Espectro de diseño y espectro máximo considerado.....	93
Figura 6-3: Vista tridimensional de la estructura de 4 niveles	94
Figura 6-4: Vista tridimensional de la estructura de 8 niveles	94
Figura 6-5: Vista tridimensional de la estructura de 12 niveles	95
Figura 6-6: Vista tridimensional de la estructura de 16 niveles	95
Figura 6-7: Orientación de las columnas.....	96
Figura 6-8: Tipificación de vigas.....	97
Figura 6-9: Definición del comportamiento momento curvatura en vigas.	106
Figura 6-10: Definición del comportamiento momento curvatura en columnas para Pmax.	108
Figura 6-11: Definición del comportamiento momento curvatura en columnas para Pmin.	109
Figura 6-12: Definición de los puntos de definición de rótula en el programa SAP2000 para columnas.	110
Figura 6-13: Definición del caso de carga-Sentido x	111
Figura 6-14: Plastificación progresiva por nivel de los pisos 5 a 8 sin disipadores-Sentido X	112
Figura 6-15: Configuración de las RPR en el pórtico.....	114
Figura 6-16: Propiedades mecánicas de las riostras de pandeo restringido- para los pisos 5 a 8 en el sentido X.....	115
Figura 6-17: Parámetros del modelo de Wen ingresados en SAP2000-Sentido x para los niveles 5 al 8.	116

Figura 6-18:	Aumento de capacidad por disipadores – pisos 5 al 8, Sentido x	117
Figura 6-19:	Espectro de demanda contra espectro de capacidad – Sismo de diseño / Sentido X.....	130
Figura 6-20:	Espectro de demanda contra espectro de capacidad-Sismo MCE / Sentido X	130
Figura 6-21:	Derivas en porcentaje sentido X.	131
Figura 6-22:	Cálculo de bilineal contemplando el punto de desempeño -Sentido x ..	132
Figura 7-1:	Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCD (4 pisos).....	147
Figura 7-2:	Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCD (8 pisos).....	147
Figura 7-3:	Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCD (12 pisos).....	148
Figura 7-4:	Curva de demanda y de capacidad para el sismo MC-D (16 pisos)	148
Figura 7-5:	Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCD (4 pisos)	149
Figura 7-6:	Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCD (8 pisos)	150
Figura 7-7:	Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCD (12 pisos)	151
Figura 7-8:	Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCD (16 pisos)	152
Figura 7-9:	Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCE (4 pisos)	153
Figura 7-10:	Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCE (8 pisos)	154
Figura 7-11:	Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCE (12 pisos).....	154
Figura 7-12:	Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCE (16 pisos)	155
Figura 7-13:	Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCE (4 pisos)	156
Figura 7-14:	Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCE (8 pisos)	157
Figura 7-15:	Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCE (12 pisos)	158
Figura 7-16:	Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCE (16 pisos)	159
Figura 7-17:	Valores de coeficiente de disipación de energía.....	161
Figura 7-18:	Comparación espectro de capacidad de sistemas combinados (Ardila Valencia, 2016) vs. sistemas con disipadores (RPR).....	165

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 2-1: Resultados obtenidos por Asgarian et al.....	19
Tabla 4-1: Descripción de las probetas experimentales.	55
Tabla 4-2: Definición de la modelación de los 4 disipadores	56
Tabla 4-3: Definición de las propiedades de los disipadores	60
Tabla 4-4: Avalúo de cargas.	61
Tabla 5-1: Coeficiente de amortiguamiento	84
Tabla 6-1: Propiedades de los materiales.	91
Tabla 6-2: Avalúo de cargas.	92
Tabla 6-3: Espectro de diseño.	93
Tabla 6-4: Secciones para los elementos del sistema de resistencia sísmica (dimensiones en centímetros)	96
Tabla 6-5: Evaluación del Peso de las estructuras	97
Tabla 6-6: Irregularidades en planta	98
Tabla 6-7: Coeficiente de capacidad de disipación de energía	99
Tabla 6-8: Análisis de periodos en cada dirección	100
Tabla 6-9: Solicitación sísmica en X por fuerza horizontal equivalente	101
Tabla 6-10: Análisis espectral	102
Tabla 6-11: Participación modal	102
Tabla 6-12: Índice de estabilidad	103
Tabla 6-13: Verificación de restricción al desplazamiento lateral	103
Tabla 6-14: Prediseño de vigas.....	104
Tabla 6-15: Prediseño de columnas.....	105
Tabla 6-16: Definición de rotulas de viga en SAP2000.	107
Tabla 6-17: Valores de interacción entre el sistema de disipación y el sistema de resistencia a las fuerzas sísmicas para el sentido X (Piso 5 al 8).	113
Tabla 6-18: Definición de los disipadores en el sentido X (Piso 5 al 8)	114
Tabla 6-19: Parámetros iniciales	118
Tabla 6-20: Análisis modal-sentido x	119
Tabla 6-21: Ductilidad efectiva-sentido x	120
Tabla 6-22: Desplazamientos en el centro de rigidez de la estructura del nivel (δ_{im}) para los modos de vibración - sentido x	120
Tabla 6-23: Fuerzas de la estructura por nivel – sentido X.....	121
Tabla 6-24: Trabajo de la estructura – sentido X.....	122

Tabla 6-25:	Desplazamientos normalizados del disipador	122
Tabla 6-26:	Desplazamientos del disipador	123
Tabla 6-27:	Fuerza tomada por los disipadores en el sentido X.	124
Tabla 6-28:	Trabajo del disipador – sentido X	124
Tabla 6-29:	Amortiguamiento viscoso equivalente- sentido X.....	125
Tabla 6-30:	Amortiguamiento histerético-sentido x.....	125
Tabla 6-31:	Amortiguamiento efectivo de diseño-sentido x.....	126
Tabla 6-32:	Coeficiente de amortiguamiento-sentido x	126
Tabla 6-33:	Cálculo del cortante mínimo admisible (V_{min}).....	127
Tabla 6-34:	Cortante basal-sentido x	127
Tabla 6-35:	Verificación de la ductilidad para el sismo de diseño - sentido x.....	127
Tabla 6-36:	Verificación de la ductilidad para el sismo MCE - sentido x	128
Tabla 6-37:	Verificación de los disipadores Sismo de diseño-sentido X.....	128
Tabla 6-38:	Verificación de los disipadores Sismo MCE-sentido X	129
Tabla 6-39:	Valores significativos del espectro de capacidad para el cálculo de R (sentido X)	133
Tabla 6-40:	Valores de R para las diferentes metodologías propuestas (sentido X)	134
Tabla 7-1:	Derivas máximas para las estructuras sin sistema de disipación contra estructuras con sistema de disipación	136
Tabla 7-2:	Análisis modal de la estructura de 4 niveles	136
Tabla 7-3:	Análisis modal de la estructura de 8 niveles	136
Tabla 7-4:	Análisis modal de la estructura de 12 niveles	137
Tabla 7-5:	Análisis modal de la estructura de 16 niveles	137
Tabla 7-6:	Propiedades de los disipadores en la estructura de 4 niveles (dirección X)	137
Tabla 7-7:	Propiedades de los disipadores en la estructura de 4 niveles (dirección Y)	138
Tabla 7-8:	Propiedades de los disipadores en la estructura de 8 niveles (dirección X)	138
Tabla 7-9:	Propiedades de los disipadores en la estructura de 8 niveles (dirección Y)	139
Tabla 7-10:	Propiedades de los disipadores en la estructura de 12 niveles dirección X	139
Tabla 7-11:	Propiedades de los disipadores en la estructura de 12 niveles dirección Y	139
Tabla 7-12:	Propiedades de los disipadores en la estructura de 16 niveles dirección X	140
Tabla 7-13:	Propiedades de los disipadores en la estructura de 16 nivel dirección Y	140
Tabla 7-14:	Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 4 niveles (dirección X)	141
Tabla 7-15:	Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 4 niveles (dirección Y)	141

Tabla 7-16:	Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 8 niveles (dirección X)	142
Tabla 7-17:	Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 8 niveles (dirección Y)	142
Tabla 7-18:	Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 12 niveles (dirección X)	143
Tabla 7-19:	Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 12 niveles (dirección Y)	143
Tabla 7-20:	Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 16 niveles (dirección X)	144
Tabla 7-21:	Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 16 niveles (niveles 1 a 8 en dirección Y)	144
Tabla 7-22:	Amortiguamiento viscoso equivalente	145
Tabla 7-23:	Amortiguamiento histerético	146
Tabla 7-24:	Amortiguamiento total	146
Tabla 7-25:	Desplazamiento y cortante en el punto de desempeño (MCD)	149
Tabla 7-26:	Desplazamiento y cortante en el punto de desempeño (MCE)	155
Tabla 7-27:	Determinación de R para el sismo de diseño (MCD)	160
Tabla 7-28:	Determinación de R para el sismo MCE	162
Tabla 7-29:	Comparación peso de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo	162
Tabla 7-30:	Comparación periodo de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo. (estructura de 4 niveles – sentido X)	163
Tabla 7-31:	Comparación periodo de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo. (estructura de 8 niveles – sentido X)	163
Tabla 7-32:	Comparación periodo de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo. (estructura de 12 niveles – sentido X)	164
Tabla 7-33:	Comparación periodo de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo. (estructura de 16 niveles – sentido X)	164
Tabla 7-34:	Comparación desplazamiento y cortante en el punto de desempeño... ..	166
Tabla 7-35:	Comparación cortante de diseño.....	166
Tabla 7-36:	Comparación coeficiente de disipación de energía de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo.	167

Introducción

El diseño sísmico se ha fundamentado en Colombia en la resistencia y ductilidad de las estructuras, donde la estructura tenga un comportamiento en el rango elástico ante sismos de baja magnitud, y para sismos de magnitud superior, se permite que en la estructura haya un determinado nivel de daño como mecanismo de disipación de energía.

Los sistemas estructurales convencionales contemplados en la reglamentación actual para controlar la respuesta de una edificación ante un evento sísmico se basan en la combinación de resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía en el rango inelástico de la estructura, tomando como condición su ductilidad. Cuando la estructura presenta un comportamiento inelástico, hay daño en sus elementos, que en algunas ocasiones no permite su reparación. (Oviedo & Duque, 2006)

Para reducir el riesgo de un alto nivel de daño por efectos sísmicos, y optimizar el desempeño de las estructuras es importante considerar sistemas adicionales a los componentes de la edificación, que sin tener costos elevados, modifiquen el comportamiento dinámico de la estructura, controlando o disipando parte de la energía impuesta por el sismo, y de paso, se otorgue una protección adicional a la vida y al patrimonio de los usuarios e inversionistas de las edificaciones. (Oviedo & Duque, 2009)

Esta es la razón por la cual, los sistemas de protección sísmica son una alternativa estructural en la que se busca mejorar el desempeño sísmico de las estructuras, focalizando el daño en estos sistemas y no en el de la estructura. Al disminuir el nivel de daño en la estructura ante un evento sísmico extremo se reducen los costos de las reparaciones y se mitiga el riesgo de colapso de la estructura, permitiendo un estado de ocupación inmediata en estructuras que podrían llegar a prevención de colapso de no tener sistemas de disipación. Con ello se genera una viabilidad económica y técnica en los proyectos.

Un grupo de estos dispositivos de disipación de energía son los que trabajan por amortiguamiento histerético, entre los cuales se resaltan el arriostramiento restringido al

pandeo y que se han implementado con éxito en otros países como Chile, Estados Unidos y Japón (Surendran & P, 2017).

No obstante, se evidencia que los sistemas de disipación deben ser estudiados y analizados para ser adaptados a la tecnología disponible y ajustarse a las características de la normativa de cada país (Cancelado, 2013).

La Norma Colombiana Sismo Resistente no establece un valor de R para el sistema de arriostramiento restringido a pandeo cuando está trabajando como disipador en pórticos de concreto. La NSR-10 da lineamientos para las riostras de pandeo restringido en su título F y tiene un coeficiente de disipación de energía para implementar este sistema en pórticos metálicos. Estos solo los toma como sistema de riostras avanzadas, pero no como un sistema de protección sísmica y no cuenta con lineamientos para el análisis y diseño de estos elementos en pórticos de concreto.

Considerando lo anterior, en este trabajo de investigación se pretende determinar el coeficiente de disipación de energía R , en edificaciones en concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo en zona de amenaza sísmica alta.

Para cumplir este alcance, se realiza el diseño cuatro estructuras sin disipadores (4, 8, 12 y 16 pisos) a partir de los criterios de diseño sísmico especificados por la NSR-10 y la ASCE 07-16. Utilizando el método de (Oviedo et al., 2010) se determinan las propiedades geométricas y mecánicas de las riostras de pandeo restringido (RPR) en las cuatro estructuras evaluadas, las cuales se diseñan para que generen un aporte de rigidez a la estructura y entren en fluencia antes que el sistema de resistencia sísmica.

Luego se hace el análisis de plastificación progresiva para establecer la capacidad y punto de desempeño de cada edificación y se revisa que el daño sea bajo en los elementos que hacen parte del sistema de disipación.

Posteriormente, se realiza la verificación de deriva de los edificios para el sismo de diseño y para el sismo MCE y se determina el coeficiente de disipación de energía a partir de cuatro procedimientos seleccionados.

A través del diseño del análisis y diseño de las estructuras de este trabajo, la aplicación de procedimientos para la elección de las propiedades óptimas del sistema de disipación y la evaluación del comportamiento de las estructuras, se propone una metodología para

análisis y diseño de estructuras con disipadores de arriostramiento restringido al pandeo con el fin que esté al alcance de los ingenieros estructurales, y así fomentar su uso.

Objetivo general

Determinar el coeficiente de disipación de energía R en edificaciones en concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo en zona de amenaza sísmica alta.

Objetivos específicos

- Determinar una cantidad y ubicación eficiente de arriostramientos restringidos al pandeo para 4 edificaciones de diferentes alturas ubicadas en una zona de amenaza sísmica alta.
- Evaluar el coeficiente de disipación de energía R para las 4 estructuras analizadas con arriostramiento restringido al pandeo en zona de amenaza sísmica alta.
- Establecer las diferencias del R obtenido de las edificaciones con disipadores con el R establecido para edificaciones diseñadas sin estos dispositivos.

Contenido del documento

El trabajo realizado durante esta investigación se presenta en seis capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el primer capítulo se presentan los antecedentes y la identificación en lo que respecta a la implementación de arriostramientos restringidos y a los estudios que se han realizado en Colombia, haciendo énfasis en la oportunidad de estos dispositivos en el país para ser implementados en estructuras de pórticos de concreto reforzado.

El segundo capítulo es una reseña de investigaciones de otros autores, que desde lineamientos teóricos y/o experimentales, han abordado el análisis del comportamiento de disipadores de riostras de pandeo restringido y la determinación del coeficiente de disipación de energía.

El tercer capítulo se estudia los requerimientos existentes para el diseño sísmico de estructuras con sistemas de disipación de energía, la implementación de sistemas de disipación en pórticos de concreto, la implementación del método de plastificación progresiva y metodologías de cálculo del coeficiente de disipación de energía.

En el capítulo cuarto, se realiza la validación de la modelación de los dispositivos a través de la comparación de los resultados de un ensayo experimental axial sobre un arriostramiento restringido al pandeo (Cancelado, 2013), con la modelación en el programa de análisis SAP2000 usando el módulo de Wen. Adicionalmente, se evalúa la localización y disposición a utilizar para los disipadores en las estructuras desarrolladas.

En el capítulo quinto se propone la metodología de análisis y diseño propuesta para pórticos de concreto con arriostramientos restringidos al pandeo, donde se muestra el procedimiento para evaluar el sistema de resistencia sísmica bajo los criterios de la NSR-10 e implementar el sistema de disipación cumpliendo los lineamientos de la ASCE7-16.

En el sexto capítulo se presenta en detalle el análisis y diseño del edificio de 16 pisos en su dirección X para mostrar la aplicación de la metodología utilizada.

El capítulo siete, se presentan el análisis de resultados, donde se analiza el comportamiento de las 4 estructuras desarrolladas, evaluando los efectos de la aplicación del sistema de disipación en la rigidez de la estructura, solicitaciones sobre los elementos del sistema de resistencia sísmica y el grado de desempeño ante solicitaciones sísmicas a nivel no lineal. Adicionalmente, se realiza la comparación de las estructuras con los resultados obtenidos en estructuras una configuración geométrica similar compuestas por un sistema estructural combinado de pórticos y muros sin implementación de un sistema de disipación.

Finalmente, en el capítulo ocho se enuncian las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas del desarrollo de la presente investigación.

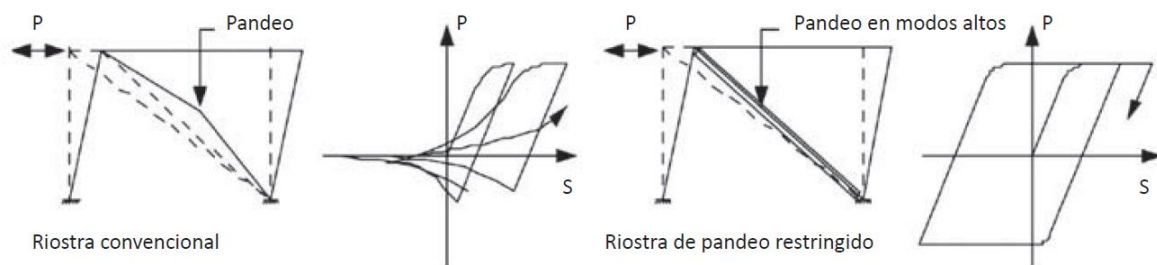
1. Identificación del problema y justificación

1.1 Antecedentes y justificación

El diseño sísmico se ha fundamentado en Colombia en la resistencia y ductilidad de las estructuras, donde para sismos de baja magnitud la estructura tenga un comportamiento en el rango elástico, y para sismos de magnitud intermedia y extrema se acepta que alcance un determinado daño de la estructura que permita la disipación de energía.

Teniendo en cuenta la normativa vigente de los sistemas estructurales, los dispositivos de disipación de energía son una alternativa estructural que busca mejorar el desempeño sísmico de las estructuras y focalizar el daño en estos elementos y no en la estructura. Por lo tanto, deben ser estudiados y analizados para ser adaptados a la tecnología disponible y ajustarse a las características de la normativa local

Figura 1-1: Comportamiento de arriostramiento común contra riostras de pandeo restringido



Adaptado de (Cancelado, 2013)

Los arriostramientos restringidos al pandeo o riostras de pandeo restringido (RPR) son dispositivos de reforzamiento sísmico usados en los pórticos de una edificación, que resisten cargas laterales como cerchas verticales, donde los ejes de los elementos se encuentran alineados concéntricamente con los nudos. Los miembros, las conexiones y el comportamiento de los RPR es similar a un sistema PAC (Pórticos Arriostrados

Concéntricamente), la diferencia principal es que las RPR tienen un ciclo de histéresis estable durante los ciclos de tensión y compresión mientras los sistemas PAC se comportan adecuadamente durante la tensión y experimentan pandeo cuando entran en compresión, luego del pandeo de la riostra, esta pierde su capacidad y falla en los siguientes ciclos esta baja capacidad a compresión lleva a una baja disipación de energía en comparación a las RPR (Surendran & P, 2017).

Figura 1-2: Vista de una riostra de pandeo restringido utilizada en edificio de la Universidad de California, Berkeley



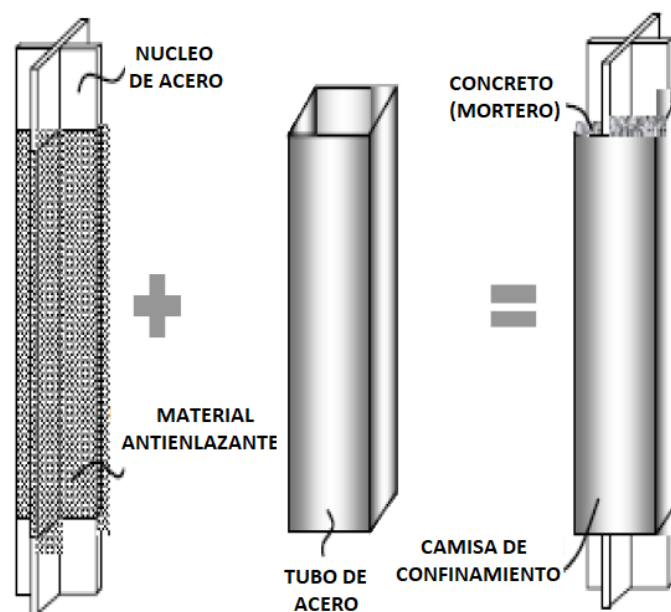
Tomado de (Crisafulli, 2016)

La configuración de la riostra como se observa en la Figura 1-2, tiene una camisa de confinamiento en concreto revestida por un tubo de acero, el cual restringe el pandeo del núcleo de acero bajo carga de compresión. Esto logra una resistencia a la compresión cercana a la de tracción. Por lo tanto, cuando se aplican cargas dinámicas sobre los elementos, estos muestran una respuesta cíclica simétrica dúctil con altos niveles de disipación de energía como se muestra en la Figura 1-1. Lo anterior, teniendo en cuenta que los elementos de un sistema PAC son más propensos al pandeo y, por lo tanto, menos dúctiles, el coeficiente R que asigna el ASCE/SEI 7 es de 8. (Kersting et al., 2015)

En muchos casos, los beneficios de usar RPR se asocian con la posibilidad de usar un mayor R para reducir las fuerzas sísmicas de diseño, logrando tener una configuración estructural más eficiente logrando usar menores secciones frente a los sistemas convencional, con una mayor ductilidad, de otra parte, en zonas de baja sismicidad aplicar este sistema también es favorable por proveer un mejor desempeño sísmico en estructuras de importancia indispensable.

Las RPR como se observa en la Figura 1-3 se conforman por un núcleo metálico con variedad de formas en su sección (plana, en T, o en cruz) incrustado en una sección más ancha compuesta comúnmente por un tubo de acero relleno de mortero, con lo que se impide el pandeo del núcleo bajo cargas de compresión axial. Es importante permitir el libre deslizamiento entre el núcleo y el tubo de acero relleno de mortero con la finalidad de impedir una transferencia excesiva de esfuerzos cortantes (Avecillas León, 2019).

Figura 1-3: Esquema de riostra de pandeo restringido



Adaptado de (Surendran & P, 2017)

El principio de confinar el núcleo metálico por medio de un revestimiento de concreto para que trabaje tanto a compresión como a tracción se empezó a desarrollar de forma experimental hace más de 40 años en Japón, donde se implementó ampliamente los RPR

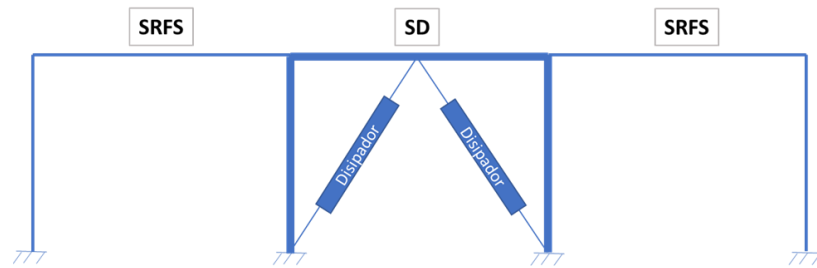
como elementos de disipación histerética de energía en pórticos resistentes a momento. Estos dispositivos son diseñados para que se genere un daño en ellos, priorizando que la estructura principal permanezca elástica después de un evento sísmico. (Wada et al., 2004) Posteriormente (Kibayashi & Kasai, 2004), establece esta condición para el diseño de disipadores de energía.

Posteriormente, se implementó en Estados Unidos el confinamiento del núcleo metálico por un revestimiento de concreto donde el enfoque de diseño no requería que se usaran como parte de un sistema dual. Incluyeron consideraciones para asegurar la ductilidad del pórtico y los requisitos mínimos que debe cumplir cada dispositivo.

El diseño de arriostramientos restringidos al pandeo no está estandarizado en los códigos de construcción internacionales, razón por la cual se han generado dos metodologías. Por un lado, se encuentra la que considera el arriostramiento restringido al pandeo como una riostra de un pórtico arriostrado concéntricamente, y por el otro, aquella que lo considera como un sistema de disipación de energía. En el 2005 se da la inclusión de estas metodologías en el AISC 341-05 (AISC 2005) y en el ASCE7-05 (ASCE 2005), respectivamente. Luego, en el 2016 se actualizaron las normas, el ANSI/AISC 341-16 (Seismic Provisions for Structural Steel Buildings) para diferentes sistemas de riostras y el ASCE/SEI 7-16 (Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures) para el sistema de disipación de energía.

En la presente investigación se utiliza la metodología del sistema de disipación de energía con la norma vigente del 2016. Ahora bien, según la el capítulo 18 de la ASCE/SEI 7 (ASCE, 2016), como componentes de la estructura existen dos sistemas. Por un lado, se encuentra el Sistema de Disipación (SD), que comprende los dispositivos de disipación, conexiones y elementos necesarios para conectarlos con el sistema de resistencia sísmica principal. Y por el otro lado, el Sistema de Resistencia de Fuerza Sísmica (SRFS) que son los demás elementos que transmiten carga sísmica y que no son parte del SD. Es importante resaltar que los dos sistemas pueden compartir elementos entre sí, como se ve en la Figura 1-4.

Figura 1-4: Elementos compartidos entre sistema de disipación y sistema de resistencia sísmica



Elaboración propia

En cuanto a la carga sísmica de diseño el SD debe mantenerse en el rango elástico para las aceleraciones del sismo máximo considerado sin reducir. En cambio, para el SRFS se requiere garantizar la elasticidad de la estructura para las aceleraciones del sismo de diseño. (Palazzo et al., 2017)

De acuerdo a la metodología propuesta por (Oviedo et al., 2010), es importante tener en cuenta que las propiedades mecánicas de los disipadores histeréticos de mayor relevancia son la fluencia y la rigidez. Sin embargo, el desempeño de los disipadores se ve influenciado por el daño en la estructura principal y se debe tener control sobre los desplazamientos, tanto en la estructura principal, como en los disipadores.

Teniendo en cuenta lo anterior, la metodología es utilizada para tener un control de la relación de las derivas de piso en el punto de fluencia entre el sistema de pórticos de concreto y el sistema de disipación. Por lo tanto, (Oviedo et al., 2010) propone que se debe tener un control especial de dos variables: 1) la relación entre el cortante de fluencia del sistema de disipación y el sistema total de la estructura (β), y 2) la relación entre la deriva en el punto de fluencia del sistema de disipación respecto al de los pórticos de concreto (v). A continuación, se presenta la definición matemática de las variables mencionadas:

$$\beta = \frac{Q_{Dy}}{Q_s} \quad (1-1)$$

$$v = \frac{\Delta_{Dy}^i}{\Delta_{Fy}^i} \quad (1-2)$$

donde,

Q_S : cortante a fluencia de todo el sistema

Q_{Dy} : cortante a fluencia del sistema disipador

Δ_{Fy}^i : deriva en el punto de fluencia del sistema pórticos

Δ_{Dy}^i : deriva en el punto de fluencia del sistema de disipadores.

1.2 Identificación del problema

El adecuado comportamiento a compresión de los arriostramientos restringidos al pandeo con respecto a las riostras convencionales, conducen a que su aplicación en una edificación aumente la ductilidad y la capacidad de disipación de energía del sistema estructural, lo cual genera que el coeficiente R para las RPR sea mayor a las estructuras con sistemas de riostras convencionales por lo que hay una mayor reducción en las fuerzas sísmicas de diseño en comparación con sistemas que no las contemplan.

Sin embargo, La Norma Colombiana Sismo Resistente vigente NSR-10 no establece un valor de R para el sistema de arriostramiento restringido a pandeo aplicado en pórticos de concreto, ni cuenta con lineamientos para el diseño de este tipo de estructuras. Con este trabajo se busca determinar el coeficiente de disipación de energía para el sistema estructural de arriostramiento restringido al pandeo en zona de amenaza sísmica alta.

2.Estado del arte

En este capítulo se hace una reseña de las investigaciones realizadas en el campo de estudio donde se muestran los avances más importantes que se han logrado a nivel mundial y nacional. Esto permite adoptar y desarrollar una perspectiva teórica a partir de la revisión, análisis crítico e interpretación de los documentos existentes con el fin de generar nuevos conocimientos y comprensiones.

2.1 Implementación de arriostramientos restringidos al pandeo

Esta sección presenta las investigaciones asociadas a la implementación de arriostramientos restringidos al pandeo. En estos trabajos se desarrolla las características de los dispositivos, en donde se analiza su comportamiento mecánico, sus materiales, sus ventajas y las dificultades para su implementación. Sirven de base para la fundamentación teórica del presente trabajo y desarrollan un entendimiento del dispositivo en sí y del sistema estructural que generan al implementarlos en una estructura aporticada en concreto.

Surendram y Varma (2017) exponen en su artículo que las estructuras en zonas de amenaza sísmica se encuentran expuestas a enormes fuerzas cíclicas. Muchas de las fallas estructurales en los edificios durante sismos fuertes han indicado que la ductilidad y la capacidad de disipación de energía son más deseables para controlar los desplazamientos en la estructura.

Una solución para resistir las cargas laterales en un evento sísmico son las riostras de acero, entre las cuales se encuentran los pórticos arriostrados concéntricamente y los pórticos arriostrados excéntricamente, los cuales son ampliamente implementados pero su

baja capacidad a compresión debida a los efectos del pandeo genera ciclos de histéresis que llegan en pocos ciclos a la falla.

Los autores exponen que las riostras de pandeo restringido son un sistema estructural de reciente desarrollo que tiene una alta capacidad de disipación de energía. Su principal ventaja es su capacidad de fluencia tanto a tensión como a compresión sin pandeo, obteniendo así un ciclo de histéresis estable. Basada en la revisión de los autores, se puede concluir que el sistema de riostras de pandeo restringido presenta varias ventajas al ser implementado como sistema sismorresistente.

Rahnavard et al. (2018) presenta los parámetros para realizar una modelación de los arriostramientos restringidos al pandeo en el programa de elementos finitos ABAQUS de forma práctica. En este trabajo se realizó la modelación de 2 tipos de riostras de las cuales se tenía registro de ensayo experimental para poder realizar la comparación entre la curva de histéresis experimental y analítica, encontrando una diferencia del 5% en los resultados, validando de esta forma los resultados.

Para la modelación se toman 2 enfoques, el primero es la modelación detallada del elemento, teniendo en cuenta las características de los diferentes materiales, su geometría y la interacción en la interface entre materiales. El segundo es un modelo simplificado en el cual se modela la camisa de confinamiento por medio de resortes.

De acuerdo con la realización de análisis no lineales dinámicos sobre el modelo completo detallado y el modelo simplificado, desarrollado por los autores se puede concluir que:

1. El modelo de las riostras de pandeo restringido tuvo una muy buena aproximación con los resultados experimentales.
2. Realizar la modelación del concreto y la camisa de confinamiento por medio de un resorte en ambas direcciones transversales de la sección podría prevenir el pandeo del núcleo de acero y el rendimiento bajo el efecto de la presión en el núcleo de acero con igual precisión que la modelación completa.
3. El núcleo de acero es el elemento de mayor relevancia al definir el comportamiento de la riostra de pandeo restringido.

4. El uso del modelo simplificado con núcleo de resorte puede reducir significativamente el tiempo de análisis en comparación con el modelo detallado.

Oviedo y Duque (2006) evalúan las condiciones e implicaciones de implementar técnicas de control de respuesta sísmica en edificaciones en Colombia, realizando una comparación entre las diferentes técnicas de aislamiento basal, disipadores histeréticos y masa adicional, revisando la reglamentación existente para la aplicación de estos y evaluando diferentes aspectos de estos sistemas como su instalación, consecución en el país y su aplicación en Colombia teniendo en cuenta las practicas actuales en ingeniería y construcción.

En la investigación, se concluye que las técnicas de control pasivo son las más adecuada a implementar en Colombia por factores como no requerir un proceso complicado para la verificación de su estado, utilizar menos componentes adicionales y la sencillez en los procedimientos de análisis y diseño. Por lo cual, esta técnica sería la más apta para ser implementada en Colombia. Adicionalmente, generan recomendaciones para la fabricación y aplicación de disipadores de energía metálicos. Los autores concluyen que, entre los dispositivos metálicos de disipación por deformación, el disipador tipo riostra con pandeo restringido sería el más apto, teniendo en cuenta la experiencia con la que cuentan las empresas constructoras y de diseño estructural en Colombia.

Es importante tener en cuenta que, según el Oviedo y Duque, independiente del tipo de técnica de control y del dispositivo para ser usado, se necesita que se lleven a cabo estudios sobre los principios de diseño estructural, el costo de implementación de estas técnicas, la verificación del desempeño estructural de los dispositivos y el comportamiento de las edificaciones, teniendo en cuenta las condiciones locales colombianas.

2.2 Modelación, análisis y diseño de estructuras con arriostramientos restringidos al pandeo

De las siguientes investigaciones se obtuvieron las consideraciones fundamentales para la metodología desarrollada en el presente trabajo. Estas aportan información fundamental para definir la modelación de los dispositivos, la metodología para la selección de los

dispositivos utilizados y consideraciones para el sistema estructural donde se instalen. También, se presenta la normatividad que se sigue para el análisis y diseño de las estructuras.

Oviedo et al. (2012) analiza el rendimiento sísmico de los pórticos con riostras de pandeo restringido como disipadores histeréticos a través de un análisis dinámico no lineal. Los disipadores histeréticos son el tipo de disipadores más utilizado para mejorar el desempeño sísmico mediante la disipación de la mayor parte de la energía impuesta por los movimientos generados por el sismo.

En esta investigación se analiza a detalle la deriva de las estructuras, la capacidad de disipación de energía y otros parámetros con el fin de establecer la eficiencia de los disipadores.

Complementando lo anterior, los disipadores histeréticos deben garantizar su fluencia antes de la estructura principal. Esto se logra generalmente ajustando el límite elástico lateral del sistema de disipadores para que sea menor que el de la estructura principal. Sin embargo, los autores recomiendan que se debe prestar atención a la rigidez del sistema de disipadores porque si la rigidez es mucho menor que la de la estructura principal, los disipadores no van a entrar en fluencia y no se va a liberar energía.

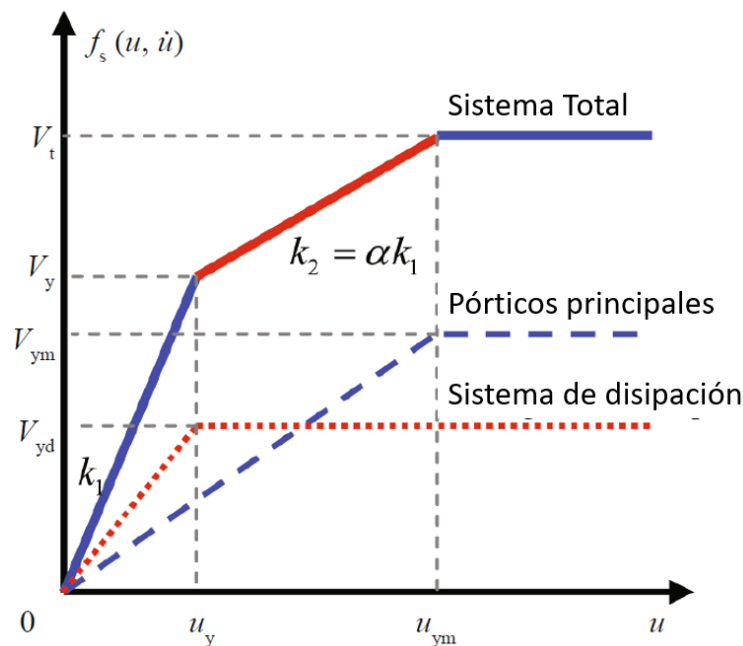
Según el estudio, la mayoría de los esfuerzos de investigación en edificios con amortiguadores histeréticos se han centrado en pórticos de acero y han definido la configuración de los disipadores en función de la resistencia a la fluencia y la rigidez requerida. Sin embargo, el esquema utilizado para definir las propiedades mecánicas no proporciona control sobre la deformación de fluencia de los disipadores. Teniendo en cuenta lo anterior, los autores presentan una metodología de control de deformaciones en el que las propiedades mecánicas de los disipadores se definen según una regla de proporciones para controlar explícitamente en cada piso la deriva de fluencia de los disipadores.

A partir del estudio desarrollado los autores concluyen que, mediante la instalación de disipadores según la metodología propuesta, el rendimiento sísmico de la estructura mejora debido a que la demanda de deformación lateral y el daño sísmico se reducen de manera uniforme sobre la altura del edificio.

El estudio de Gang et al. (2015) establece que al entrar los disipadores histeréticos en fluencia a un desplazamiento menor que el sistema de resistencia de la estructura se genera un comportamiento trilineal en la curva de push over como se observa en la Figura 2-1, ya que se genera un cambio en el momento que fluyen los disipadores y un segundo cambio al entrar en fluencia la estructura principal. Debido a la tri-linealidad de la curva de pushover el mecanismo de fluencia de los disipadores es analizado a través de la ecuación de ductilidad de un sistema de un solo grado de libertad.

El estudio analiza paramétricamente el factor de ductilidad del sistema de pórticos principal y la relación de rigidez entre el sistema de pórticos principal y el disipador, mostrando que el concepto de liberar energía por medio de la fluencia de los disipadores se lograr mediante combinaciones específicas de los parámetros de control basados en el espectro de reducción de daño.

Figura 2-1: Curva de push over para un sistema con disipadores



Adaptado de (Gang et al., 2015).

Finalmente, un ejemplo de diseño y retro adaptación de proyectos de ingeniería reales después del terremoto de Wenchuan de 2008, fue ilustrada para validar el diseño y los

procedimientos propuestos usando arriostramientos restringidos de pandeo como elementos de disipación de energía.

Según Palazzo et al. (2017), los dispositivos de disipación pasiva se están investigando, desarrollando e implementando en estructuras sísmo resistentes, tanto en nuevas como en existentes. Para esto se requiere realizar el análisis de la estructura con estos dispositivos.

Las normas internacionales como el ASCE/SEI 7 (2016), especifican para esta clase de estructuras el análisis dinámico no lineal. Sin embargo, también aceptan con algunas restricciones procedimientos como plastificación progresiva y el análisis dinámico modal. La investigación de Palazzo et al. realiza la comparación de estas tres metodologías para una estructura con disipadores viscosos en una configuración estructural sobre la cual la norma permita la aplicación de los tres procedimientos, y se especifican los disipadores a incorporar a la misma. Luego, se aplican los tres métodos de análisis señalados, siguiendo los requerimientos del ASCE/SEI 7 (2016), y se realiza una comparación de los resultados.

En la investigación mencionada se establece como conclusión que hay diferentes procedimientos de análisis para estructuras con sistemas de disipación por la normatividad internacional. En el caso de la ASCE/SEI 7 (2016), se recomienda especialmente el análisis dinámico no lineal. Si bien los procedimientos alternativos (análisis modal espectral y análisis de la fuerza lateral equivalente) pueden tener limitaciones mayores, son útiles en la fase de diseño, ya que permiten obtener parámetros de respuesta con mucho menos tiempo computacional.

Se destaca que al considerar el análisis con no linealidad en el sistema de resistencia a la acción sísmica, el costo computacional se elevó considerablemente. Además, los parámetros de respuesta obtenidos no tuvieron una variación apreciable respecto de la consideración de la no linealidad solo en los disipadores.

2.3 Evaluación del coeficiente de disipación de energía

En los trabajos desarrollados en esta sección se define la base para la obtención del coeficiente de disipación energía, en donde se presenta el concepto del R y la filosofía de diseño en que se implementa. También, presentan metodologías de cálculo del R para estructuras que implementan arriostramientos restringidos al pandeo en diferentes lugares del mundo, de los cuales se obtienen las metodologías utilizadas en esta investigación.

Ardila (2016), en su trabajo de maestría tiene como objetivo evaluar el coeficiente de disipación de energía para 15 edificios con diferentes número de pisos entre 4 y 20 con un sistema estructural combinado por pórticos y muros en concreto reforzado ubicados en zona de amenaza sísmica baja, intermedia y alta.

El análisis y diseño se realizó por el método dinámica modal siguiendo los requerimientos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10. A continuación se calculan los coeficientes de disipación de energía de cada edificación a partir de los análisis de plastificación progresiva y se presenta un análisis comparativo entre la capacidad de las distintas estructuras y la demanda según la zona de amenaza sísmica, los cortantes de diseño y los cortantes en el punto de desempeño, asimismo, se contrastan los valores de R calculados y los definidos por la NSR-10.

Dentro de las principales conclusiones en esta investigación se encuentra que:

- La capacidad de una estructura se encuentra más relacionada con su rigidez que con el grado de capacidad de disipación de energía.
- En todos los casos el R es menor que los valores recomendados por la NSR-10.
- El diseño de los elementos se realiza teniendo en cuenta la fuerza reducida por R , por lo cual el cortante basal en el punto de desempeño es mayor al utilizado en el diseño estructural, mientras la deriva se controla a partir de la fuerza total sin reducir, lo que implica que la normal controla una deriva del 1% con una carga que nunca se va a presentar en la estructura.
- Se recomienda revisar el uso del coeficiente de disipación de energía, ya que como se observó, si se diseñan todos los elementos con las fuerzas reducidas, estos presentarían fuerzas menores a las que harán entrar la estructura en el rango inelástico, ocasionando de esta manera que se esté diseñando de manera no conservadora.

Por otro lado, el artículo “Evaluación del coeficiente de disipación de energía, R , para algunos tipos de estructuras de acero” escrito por Valencia y Valencia (2008) realiza el análisis de un total de 45 pórticos de acero con la siguiente distribución: 15 pórticos resistentes a momento (PRM), 15 pórticos arriostrados concéntricamente (PAC) y 15 pórticos arriostrados excéntricamente (PAE). El objetivo de este trabajo es cuestionarse la validez del uso del coeficiente de disipación de energía en estructuras de acero, realizando la comparación de los resultados obtenidos en el trabajo contra lo tabulado en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente, NSR-98.

El diseño lo realizaron de acuerdo con los requisitos de las NSR-98 en cuanto a solicitaciones y rigidez y a los requisitos de las provisiones sísmicas de AISC-2005 en cuanto a resistencia.

A continuación, se enuncian las principales conclusiones del estudio:

1. El sistema de pórticos de acero debe ser diseñado para las solicitaciones de los elementos en el punto de fluencia, teniendo en cuenta el endurecimiento por deformación y la fluencia esperada, no es correcto realizar un análisis lineal con las combinaciones de carga que incluyen la demanda sísmica dividida por R .
2. Si los pórticos de acero se diseñan cumpliendo los exigentes requisitos de las provisiones sísmicas de AISC-2005, no resultan pórticos inseguros, aun cuando se diseñen con las solicitaciones halladas mediante un análisis elástico con las combinaciones de carga que incluyen la demanda sísmica dividida por R , pues el factor R deja de tener relevancia.
3. Todos los valores obtenidos por los autores para el coeficiente de disipación de energía, R , son menores que los presentados en las NSR-98, por ejemplo en los sistemas PRM se encuentran valores de R máximo de 3,5, en sistemas PAE varían entre 2,0 y 2,5 y para los sistemas PAC los valores de R obtenidos son menores o iguales a 2,1. Por lo tanto se observa que al diseñar con la NSR-98 se están empleando fuerzas sísmicas menores que las que podrían presentarse.
4. Cumplir con los requisitos de diseño de las provisiones sísmicas del AISC-2005 y el uso de conexiones precalificadas mejoran el comportamiento global de los pórticos de acero diseñados usando las fuerzas reducidas mediante R .

Asgarian y Shokrgozar (2009) considera edificios de varios pisos y diferentes configuraciones de disipadores, incluyendo en diagonal, en X, chevrone (V y V invertida). Ellos durante su investigación realizaron análisis de pushover, análisis dinámicos incrementales no lineales y análisis dinámicos lineales utilizando el software Opensees.

Los autores investigaron los efectos de algunos parámetros que influyen en el factor de modificación de respuesta sísmica, incluida la altura del edificio y el tipo de sistema de disipación. El factor de modificación de respuesta sísmica fue determinado para cada uno de los sistemas de refuerzo por separado y se sugieren valores de 8,35 a 12.

El coeficiente de sobrerresistencia, ductilidad y el coeficiente de disipación de energía de las 24 RPR con varios pisos y tipo de refuerzo evaluados se resumen en la Tabla 2-1:

Tabla 2-1: Resultados obtenidos por Asgarian et al.

Factor	Tipo de refuerzo			
	V	V invertida	División X	Diagonal
Rs	1.64	1.76	1.76	1.51
Ru	4.96	5.20	4.98	4.82
R (Estado de servicio)	11.72	13.16	12.58	10.51
R (Estado último)	8.14	9.40	8.73	7.00

Elaboración propia a partir de Asgarian et al. (2009)

Finalmente concluyen que los factores de sobrerresistencia y ductilidad como el coeficiente de disipación de energía se reducen a medida que el número de pisos se incrementa.

Özkılıç et al. (2018) realiza un estudio numérico para evaluar los factores de respuesta sísmica de los pórticos con RPR utilizando la metodología FEMA P695. Los autores diseñaron 24 prototipos de acuerdo a las Cargas Mínimas de Diseño para Edificios y Otras Estructuras (ASCE 7) y las Provisiones Sísmicas para Edificios de Acero Estructural (AISC 341).

Determinaron la deriva entre pisos, la tensión axial de las riostras y las demandas de tensión axial acumulativa de las RPR bajo movimientos de colapso a nivel del suelo. Los

resultados obtenidos indican que los factores de respuesta sísmica actuales son adecuados en cuanto a la deriva entre pisos y las demandas de tensión axial acumulativa.

Por otro lado, los autores evidenciaron grandes diferencias entre las tensiones axiales del nivel de diseño y del nivel de colapso, y esto puede generar un comportamiento indeseable de las RPR. Para la mayoría de los prototipos, la demanda de tensión axial era más de 2 veces la capacidad de tensión axial del RPR. Las diferencias se atribuyen a la subestimación de las derivas de piso en la etapa de diseño y a las diferencias entre las demandas producidas por el nivel de colapso y para el sismo de diseño en la base (DBE).

Mahmoudi y Zaree (2013) evalúa los factores de modificación de la respuesta de las RPR utilizadas para la rehabilitación de los pórticos de acero en estructuras de 3, 5, 7, 10 y 12 niveles y diferentes configuraciones de riostras (chevron V, V invertida). Se han realizado la evaluación del coeficiente de ductilidad, sobrerresistencia y el coeficiente de disipación de energía para todos los edificios. Los resultados mostraron que los factores de modificación de la respuesta para las RPR tienen valores altos. Se encontró que el número de RPR y la altura de los edificios tienen un efecto importante en el coeficiente de disipación de energía.

Los autores concluyeron que los factores de sobrerresistencia y el coeficiente de disipación de energía disminuyen con el aumento de la altura de los edificios. Sin embargo, el factor de reducción por ductilidad presenta variaciones para diferentes números de pisos. Además, los factores de sobrerresistencia y el coeficiente de disipación de energía aumentan a mayor cantidad de RPR, pero no hay una variación evidente en el factor de reducción debido a la ductilidad.

Finalmente, en el estudio se concluye que los códigos dan un valor constante de los factores de modificación de la respuesta para las RPR. Sin embargo, los factores de modificación de la respuesta, evaluados en este estudio, tienen valores diferentes para los tipos de configuración y cantidad de las RPR y la altura de los edificios.

Abou-Elfath et al. (2018) realiza una investigación para evaluar los factores de R en tres pórticos con RPR de 3, 6 y 12 pisos, diseñado de acuerdo con el código egipcio. La única

alternativa que presenta el código egipcio es el uso del R para riostras convencional que es de 4.5.

Los factores R reales de los pórticos se evalúan mediante pushover estático y análisis dinámico no lineal. Los resultados obtenidos indican que los factores R de las RPR consideradas en el estudio varían de 5.0 a 13.5 en el caso del análisis estático de plastificación progresiva y de 6.7 a 9.1 en el caso del análisis dinámico lineal. Estos rangos estáticos y dinámicos del factor R son más altos que el factor especificado por el código egipcio para el diseño de RPR.

Los autores concluyen que R en las RPR decrecen a una mayor altura. Esto sucede por la disminución de la rigidez lateral y al aumento del nivel de deformación de los pórticos con el aumento de la altura.

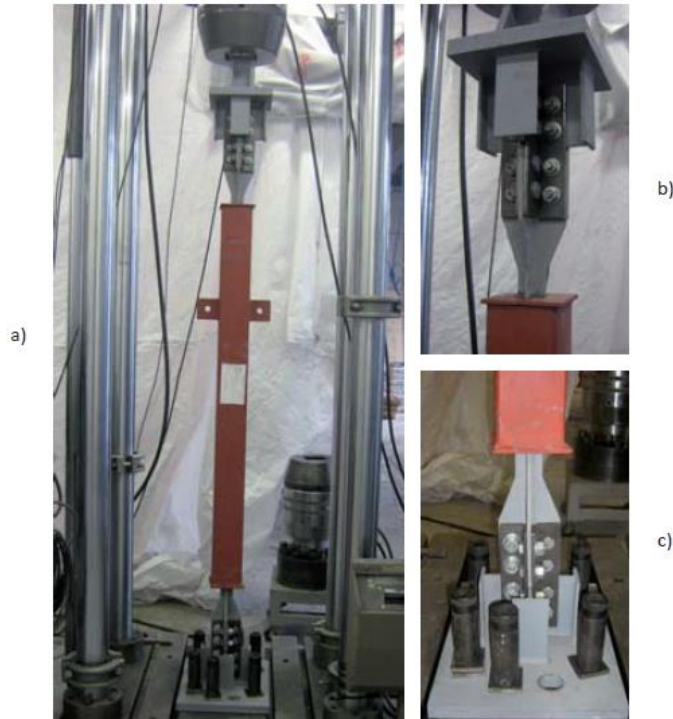
2.4 Pruebas experimentales

En esta sección se presentan trabajos experimentales donde se analiza el comportamiento mecánico de los dispositivos. Estos trabajos son fundamentales para definir la modelación de los elementos en el programa de análisis y por medio de estas investigaciones se obtienen los datos para la validación de la modelación de los dispositivos.

Cancelado (Cancelado, 2013), realizó ensayos cíclicos a cuatro arriostamientos restringidos al pandeo en escala 1:4. Las riostras se componen de un núcleo de acero, superficie aislante, mortero de relleno y encamisado en perfil de acero las cuales se muestran en la Figura 2-2. Como resultado presenta las curvas fuerza-desplazamiento, las curvas características y los factores de ajuste de resistencia.

Los ensayos realizados cumplen con los criterios de aceptación para los RPR en la NSR-10 (AIS Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010), los cuales controlan la revisión de estabilidad general, los incrementos de rigidez y la integridad de la riostra y las conexiones. Además, se puede apreciar que para las cuatro muestras se presentan curvas de histéresis homogéneas, que indican que las riostras tuvieron un desempeño en el rango inelástico sin presentar fracturas o roturas en las platinas del núcleo.

Figura 2-2: Montaje de los BRB en el marco del actuador a) vista general, b) Conexión superior, c) Conexión inferior



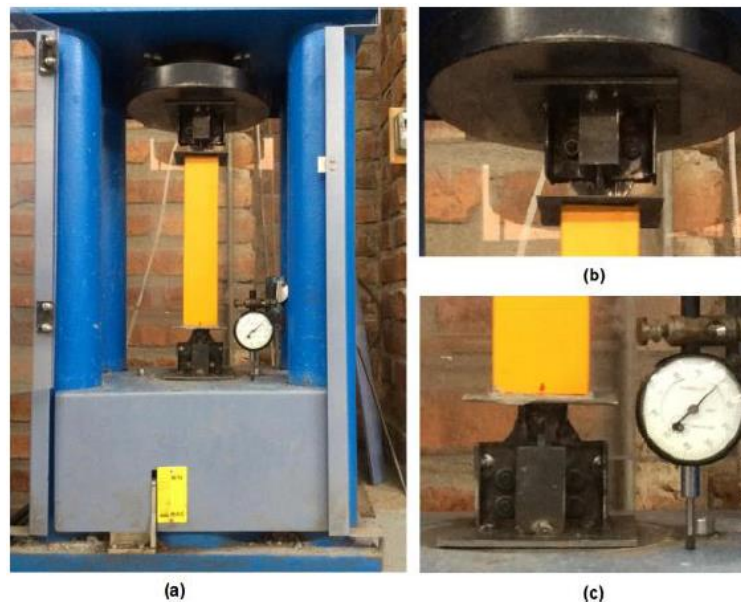
Tomado de (Cancelado, 2013).

Avecillas León (2019) realizó su investigación con el fin de encontrar las condiciones específicas bajo las cuales es factible implementar riostras de pandeo restringido en las edificaciones de Cuenca, Ecuador. Como punto de partida, construyó cuatro disipadores a escala 1:14 con materiales comunes y tecnología local, la configuración de las riostras y el montaje del ensayo se aprecian en la Figura 2-3. Los cuatro dispositivos fueron sometidos a pruebas de compresión axial para verificar que la pérdida de rigidez axial debido a los efectos de pandeo no se produzca. Finalmente, mediante el programa ETABS; bajo un análisis estático lineal fue evaluado el comportamiento sísmico de 2 estructuras construidas en acero que incorporan riostras de pandeo restringido con una altura de entrepiso de 3 metros y una luz entre columnas de 6 metros para ambas direcciones.

Los resultados del estudio indican que es posible la elaboración de riostras de pandeo restringido en la zona a un bajo costo, eficiente y de producción sencilla a partir de los materiales disponibles.

Una de las ventajas encontradas en el estudio es la presencia de tracciones sobre la cimentación, por lo cual se requiere evaluar con cuidado la cantidad y la distribución espacial de los RPR para que estas tracciones en las bases sean contrarrestadas por las cargas gravitacionales y el peso propio de los cimientos, además de buscar que el sistema no posea columnas compartidas con RPR ortogonales.

Figura 2-3: Montaje de los BRB en la prensa (a) Vista general del BRB, (b) Soporte y conexión de la parte superior y (c) Soporte y conexión de la parte inferior.



Tomado de (Avecillas León, 2019).

Pandikkadavath y Sahoo (2016) realizan una investigación sobre la respuesta histerética de las RPR de corta longitud (o de longitud reducida) bajo carga cíclica. Los principales objetivos de este estudio son evaluar el factor de sobrerresistencia, factor de ductilidad, coeficiente de disipación de energía y la amortiguación viscosa equivalente de las RPR de longitud reducida, variando la sección transversal del núcleo y el detalle de las conexiones finales.

El objetivo principal de la investigación es comparar el rendimiento histerético de las RPR de corta longitud con los de las RPR convencionales. Además, la influencia de la distancia variable entre el núcleo de acero y el concreto confinado lo largo de la longitud del núcleo de acero en su rendimiento cíclico general.

Los autores prueban tres prototipos de RPR de longitud reducida, como se muestra en la Figura 2-4, bajo una carga cíclica. Utilizaron fundas desmontables en todos los especímenes de prueba, que pueden facilitar la inspección post-sismo de los segmentos del núcleo en la práctica. Se estudió el efecto de los detalles locales de la camisa de confinamiento y el concreto de confinamiento, y la separación variable del núcleo. Los principales parámetros investigados en este estudio fueron la respuesta general, el comportamiento histerético, las envolventes de la curva de histéresis, la rigidez equivalente, factor de ajuste tracción-compresión y amortiguamiento viscoso equivalente.

Figura 2-4: Montaje de los BRB de corta longitud.



Tomado de (Pandikkadavath & Sahoo, 2016)

De este estudio pueden extraerse las siguientes conclusiones:

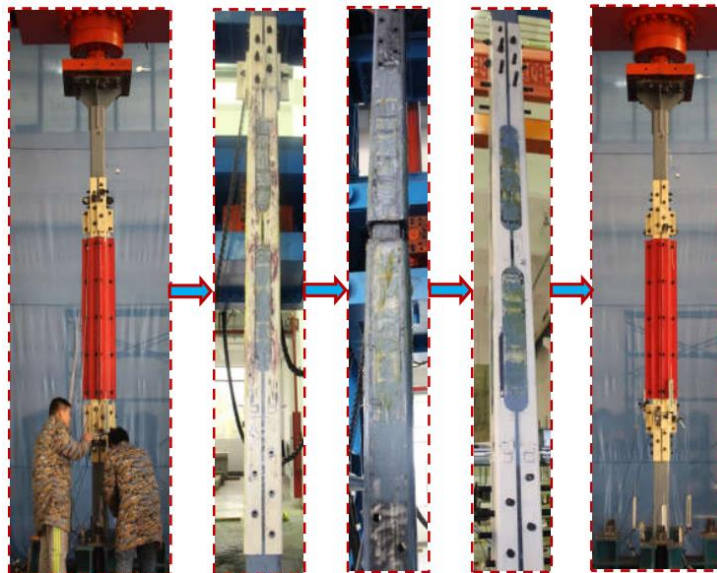
- 1) El espécimen de RPR de corta longitud con un sistema de carcasa desmontable y una distancia reducida del núcleo en la zona final, en comparación con la región central, presenta un excelente comportamiento histerético sin ningún tipo de deslizamiento.
- 2) Los valores máximos del factor de ajuste tracción-compresión fueron 1.45 y 1.54 para el prototipo 3 a un nivel de tensión del núcleo de 4.2% y 5.0%, respectivamente. Los factores de ajuste de compresión para los prototipos fueron casi 1.15. Por lo tanto, los factores de ajuste de la resistencia para los especímenes fueron casi los mismos que los de las RPR convencionales.

- 3) Todos los especímenes mostraron una excelente disipación de energía y potencial de amortiguación. Se encontró que el valor medio de amortiguamiento viscoso equivalente era del 43.5% a un nivel de tensión del núcleo del 4.2%.

Hou et al. (2018) centró su investigación en un nuevo tipo de RPR con núcleo de ángulo de acero reemplazables. Las RPR propuestas están compuestas por el Mecanismo de Pandeo Restringido telescópico interior (MPR), el núcleo de ángulo restringido al pandeo y el MPR exterior. Las RPR propuestas ofrecen la facilidad de examinar los daños de los núcleos después de un sismo, la conveniente y rápida sustitución de los núcleos dañados y la reutilización de los elementos de pandeo restringido como se puede observar en la Figura 2-5.

Los autores probaron cuatro prototipos de riostras. Los parámetros de prueba que variaron incluían el diseño de los núcleos, el material de desacople entre el núcleo y el concreto y el protocolo de carga. Los resultados de la prueba mostraron que las RPR propuestas presentan un comportamiento histerético estable hasta niveles altos de tensión de núcleo.

Figura 2-5: Remplazo del núcleo metálico de los BRB.



Tomado de (Hou et al., 2018)

Los factores de ajuste de la resistencia a la compresión y las deformaciones plásticas acumuladas de los prototipos cumplían con los requisitos especificados por el AISC 341-16. Además, demostraron que los prototipos reparados mediante el reemplazo de núcleo siguieron siendo satisfactorios en las siguientes pruebas.

Finalmente, los autores concluyen que el comportamiento histerético de las RPR evaluadas es similar al de las RPR ordinarias. El factor de ajuste de la resistencia a la compresión, β , y las deformaciones plásticas acumuladas satisfacen los requisitos especificados por AISC 341-16 (AISC 2016).

Los resultados de la prueba demostraron que las MRP internas y externas pueden ser reutilizadas y que la sustitución de los núcleos angulares es conveniente y rápida. Los prototipos reparados permanecieron con un comportamiento satisfactorio como se esperaba.

3.Marco teórico

Esta sección tiene como objetivo desarrollar la teoría que va a fundamentar esta investigación con base al planteamiento del problema que se ha realizado. Este capítulo es necesario para delimitar el problema, formular definiciones, fundamentar la investigación e interpretar los resultados de estudio.

La primera sección presenta la metodología planteada en el Capítulo 18 de la ASCE 07-16 que es utilizada para el análisis y el diseño de las cuatro estructuras evaluadas en cada uno de los sentidos de análisis. Luego, se expone la metodología propuesta por Oviedo et al. (2010) para el criterio de selección de las propiedades de los disipadores de energía, buscando que se produzca un aumento de capacidad en la estructura, pero garantizando el comportamiento de fusible del disipador, donde entre en fluencia el sistema de disipación antes que el sistema de resistencia sísmica. Posteriormente, se presenta la metodología para realizar el análisis estático no lineal por medio de pushover con el fin de determinar la capacidad y el punto de desempeño de la estructura. Finalmente, se exponen las metodologías para el cálculo del coeficiente de disipación de energía R .

3.1 Requisitos de diseño sísmico para estructuras con sistemas de disipación.

Esta sección presenta la metodología utilizada para el análisis y diseño de estructuras en concreto bajo la normatividad de la ASCE 7/16 de la American Society of Civil Engineers, la cual en su capítulo 18 especifica los requerimientos para las estructuras solicitadas a acciones sísmicas con un sistema de disipación de energía.

Inicialmente el título presenta en su sección 18.2 los requisitos generales para el diseño, donde el sistema de resistencia sísmica debe tener la capacidad para asumir el cortante

mínimo como se define en 18.2.1.1. y el sistema combinado de resistencia sísmica y el de disipación deben cumplir los requerimientos de deriva.

En cuanto a los requerimientos generales de diseño, es importante tener en cuenta que la norma establece que la resistencia en la base utilizada para el diseño del sistema sísmico de refuerzo no debe ser menor que V_{min} , donde V_{min} se determina como el mayor de los valores calculados utilizando las siguientes ecuaciones:

El capítulo 18 de las ASCE 7-16 define en su apartado 18.2.1.1 que el valor del cortante basal no debe ser menor (V_{min}), el cual se define por medio de:

$$V = C_S * W \quad (3-1)$$

$$V_{min} = \frac{V}{B_{V+1}} \quad (3-2)$$

$$V_{min} = 0.75 * V \quad (3-3)$$

donde,

V : cortante basal en la dirección de interés por fuerza horizontal equivalente.

B_{V+1} : coeficiente numérico para el amortiguamiento efectivo, igual a la suma del amortiguamiento viscoso más el inherente.

C_S : coeficiente de respuesta sísmica.

W : peso sísmico efectivo.

Por otro lado, en la sección 18.2.1.2. se establece los dispositivos de disipación y todos los demás componentes necesarios para conectarlos a los demás elementos de la estructura. Estos se diseñan o se diseñaron de forma que permanezcan elásticos para las cargas del sismo máximo considerado (Maximum Considered Earthquake- MCE_R). El MCE_R es el sismo más severo considerado que se determina para la orientación que da lugar a la mayor respuesta a los movimientos horizontales del suelo ajustados al riesgo objetivo contemplado por la norma, cuando se requiere un espectro MCE_R y la ubicación de la estructura corresponde a un lugar que no está definido por la norma el valor del espectro MCE_R se determina multiplicando el espectro de diseño por 1.5 como se indica en el apartado 11.4.7.

La sección 18.2.3. define los criterios para la selección del procedimiento de análisis a utilizar, en el presente trabajo el análisis se realizó por medio de análisis modal espectral cumpliendo los criterios especificados en 18.2.3.1. por lo cual la estructura tendrá al menos dos dispositivos por piso en cada una de las dos direcciones de análisis, el amortiguamiento efectivo del modo fundamental no será mayor a 35% y el valor de S_1 para la zona será menor a 0.6.

La sección 18.2.4. establece los requerimientos necesarios para el diseño, la construcción y la instalación de los dispositivos de disipación, la cual se basa en la respuesta a los movimientos del sismo MCE_R .

En esta sección se definen los requerimientos para las propiedades nominales de diseño. Se especifica que cuando se elige un dispositivo, se debe realizar el análisis de este teniendo en cuenta tanto las propiedades máximas como mínimas de estos elementos, para lo que establece en 18.2.4.5. los factores probabilísticos de afectación de las propiedades de acuerdo a las condiciones de construcción, diseño y ambientales a las cuales se encuentren expuestos los dispositivos. Dado que el presente trabajo se desarrolla con dispositivos idealizados no se considera esta variación de las propiedades y se consideran valores ideales.

El título 18.3. y el 18.4. establecen los criterios para la realización de un análisis no lineal dinámico y las condiciones de carga sísmica que deben ser tenidas en cuenta. En el análisis respecto a la combinación de efectos de carga, se debe tener en cuenta que la influencia sobre el sistema de disipación causados por cargas gravitacionales en las fuerzas sísmicas, para esto el análisis no lineal debe iniciar en un estado que considere la carga muerta de la estructura. Cuando se utilizan combinaciones de carga que incluyen carga viva, se permite utilizar un factor de carga del 25% sobre la carga viva para el análisis de respuesta no lineal.

En el numeral 18.5. se establece que se debe realizar una verificación independiente del diseño, la idoneidad del revisor y los parámetros mínimos que deben ser evaluados en el diseño.

En 18.6. se establece los ensayos que deben ser realizados sobre los arriostramientos restringidos al pandeo evaluando que la relación entre fuerza, velocidad y desplazamiento, así como las propiedades de amortiguación concuerden con las asumidas en el diseño.

Además de esto se controlan los procedimientos de fabricación y de calidad que deben ser idénticos para todos los dispositivos.

Finalmente, el subtítulo 18.7. establece los procedimientos alternativos de análisis donde se establece los criterios para realizar un análisis modal espectral como se especifica en 18.7.1. o un análisis por fuerza horizontal equivalente como se desarrolla en 18.7.2. Dado que la metodología de trabajo de este proyecto implementa el análisis modal espectral, se pueden apreciar con una mayor profundidad los criterios establecidos en 18.7.1. en el desarrollo de la sección 4.3.3 del presente trabajo.

3.2 Desempeño sísmico de pórticos de concreto reforzado controlado por derivas con disipadores histeréticos.

Esta sección se basa en la metodología propuesta Oviedo et al. (2010) para evaluar el desempeño sísmico de pórticos de concreto reforzado controlado por derivas con disipadores histeréticos.

3.2.1 Conceptos básicos

Según la metodología, las técnicas de control de respuesta sísmica se han utilizado como metodología complementaria al diseño tradicional de las estructuras de los edificios sismo resistentes para reducir el nivel de daño, técnicas que introducen componentes estructurales adicionales para disipar los movimientos de la energía de vibración impuesta durante el evento sísmico.

Teniendo en cuenta lo anterior, los disipadores histeréticos corresponden a las técnicas de control de respuesta sísmica y tienen un papel importante en la práctica de la ingeniería estructural. Por lo tanto, la estructura principal puede mantenerse elástica o con deformaciones plásticas bajas, mientras que la estructura del sistema de disipación dada por los disipadores histeréticos puede llegar a presentar una amplia respuesta inelástica.

Cuando se implementan disipadores histeréticos en una estructura de un edificio, uno de los aspectos más importantes para tener en cuenta es la rigidez y la resistencia adicional que se debe proporcionar a la estructura principal, de modo que se mejore el desempeño sísmico de todo el sistema.

Por lo tanto, el objetivo de la metodología de Oviedo es examinar la influencia de controlar la fluencia de cada nivel de la estructura por medio de mantener una deriva constante en todos los pisos en el comportamiento sísmico de las estructuras para edificios de pórticos de concreto con disipadores histeréticos a través de una serie de estudios paramétricos. Este esquema se utiliza para investigar la reducción de la demanda de deriva en el piso y los daños después de instalar el disipador en la estructura principal de las estructuras con pórticos de concreto.

3.2.2 Modelación estructural y procedimiento del trabajo desarrollado por Oviedo

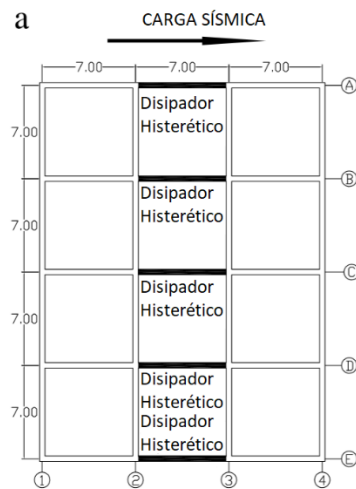
Esta sección expone la metodología utilizada por Oviedo para la selección, el diseño y la localización del sistema disipación.

Edificios de pórticos de concreto con disipadores histeréticos: Los disipadores histeréticos (el sistema de disipación) se instalan en los pórticos de una estructura principal (el sistema de resistencia sísmica), Oviedo en su trabajo considera dos configuraciones estructurales de 10 niveles de 3.5 m de altura con un planta de 3 luces en una dirección y 4 en la otra, cada una con una luz de 7 m como se muestra en la Figura 3-1, donde se contempla además que los disipadores se encuentran localizados en cada nivel en la dirección de estudio, el trabajo desarrolla la metodología para una estructura con disipadores tipo riostras de pandeo restringido y otra con dispositivos TADAS.

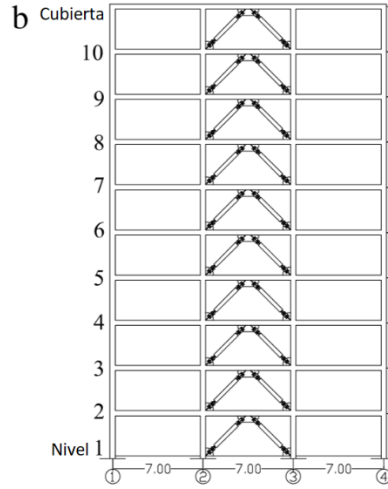
En la Figura 3-4 se observa un esquema de las riostras de pandeo restringido, donde conectan la unión columna-viga del piso inferior con el centro del piso superior; la conexión se realiza mediante placas de acero atornilladas o soldadas y debe permanecer elástica y rígida con el propósito que un desplazamiento o giro de la conexión no afecte el comportamiento del sistema de disipación. A partir de la figura, la fuerza de recuperación de todo el sistema (sistema principal de pórticos + sistema de disipación) se asume como la combinación de dos resortes conectados en paralelo de forma que el del sistema principal de pórticos y el sistema de disipación tienen la misma deformación.

Figura 3-1: Estructuras analizadas

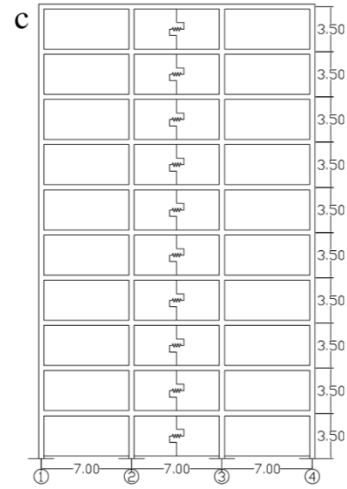
(a) Planta típica



(b) Elevación del pórtico con RPR

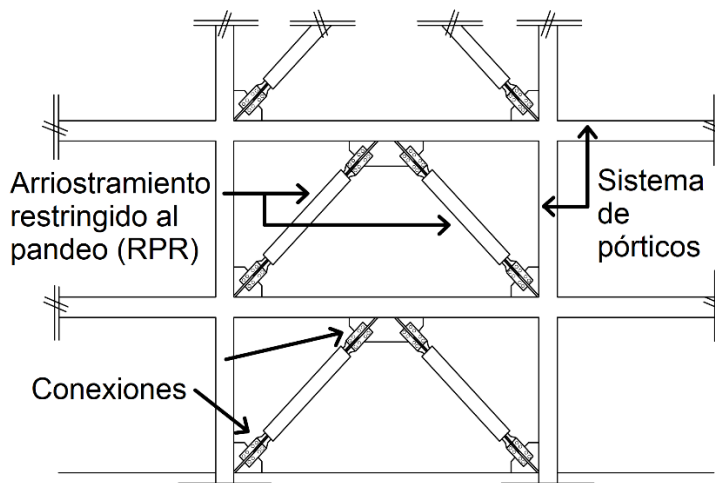


(c) Elevación del pórtico con TADAS



Adaptado de (Oviedo et al., 2010).

Figura 3-2: Sistema de edificios con disipadores histeréticos (Riostras de pandeo restringido)



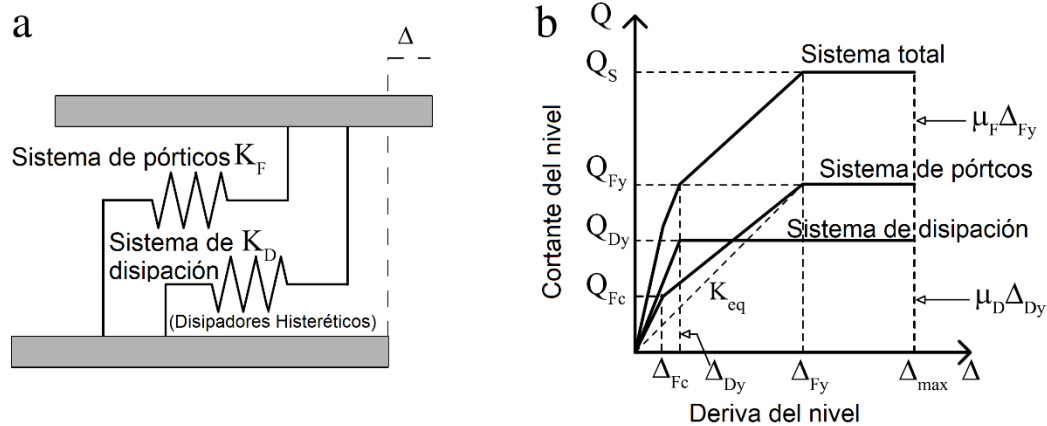
Adaptado de (Oviedo et al., 2010).

Es importante tener en cuenta que el resorte correspondiente al sistema de disipación es inelástico y el resorte del sistema principal de pórticos puede ser elástico o inelástico. La siguiente figura en el numeral (a) presenta el esquema de esta suposición.

Figura 3-3: Interacción asumida entre el sistema principal de pórticos y el sistema de disipación.

(a) Esquema de combinación

(b) comportamiento de una estructura con disipadores



Tomado de (Oviedo et al., 2010).

Las curvas idealizadas se presentan en el numeral (b). En el caso de las estructuras de pórticos en concreto, la curva del sistema principal de pórticos debe incluir el efecto de la reducción de la rigidez debido a la fisuración de las secciones, el desempeño del sistema de resistencia y la carga cíclica.

En la Figura 3-3 Q_S , Q_{Fy} y Q_{Dy} son el cortante a fluencia de todo el sistema, del sistema principal de pórticos y del sistema disipador, respectivamente. Δ_{Fc} , Δ_{Fy} , Δ_{Dy} , Δ_{max} , son la deriva en el punto de agrietamiento del piso, la deriva en el punto de fluencia del sistema pórticos, la deriva en el punto de fluencia del sistema de disipadores y la deriva máxima del nivel, respectivamente, y μ_F y μ_D corresponden a la ductilidad de la estructura y la ductilidad del sistema de disipación. K_F y K_D son la rigidez del sistema de pórticos y la rigidez del sistema de disipación respectivamente.

Por otro lado, α and p definen el cortante en el punto de rotura Q_{Fc} y la rigidez equivalente K_{eq} para el sistema de pórticos, respectivamente.

Modelo de disipadores histeréticos: La metodología modela las riostras de pandeo con riostras elásticas que pueden soportar grandes esfuerzos de compresión sin pandearse.

El modelo de histéresis para elementos inelásticos es de tipo bilineal con endurecimiento cinemático. No se considera el endurecimiento isótropo.

Parámetros principales: El estudio establece como parámetros principales la relación de la fuerza de fluencia del disipador (β) como la relación de la fuerza de fluencia del sistema de disipación con respecto a la fuerza de fluencia de todo el sistema. Y, por otro lado, establece la deriva del piso en el punto de fluencia (ν) como la relación de la deriva de piso en el punto de fluencia del sistema de disipación con respecto a la derivada de piso en el punto de fluencia del sistema de pórticos.

En la **Figura 3-3** se puede observar que la relación de la fuerza del sistema de disipadores y del sistema principal están relacionadas por:

$$Q_s = Q_{Fy} + Q_{Dy} \quad (3-4)$$

$$Q_{Dy} = \beta * Q_s \quad (3-5)$$

$$Q_{Fy} = (1 - \beta) * Q_s \quad (3-6)$$

donde,

Q_s : cortante a fluencia de todo el sistema

Q_{Fy} : cortante del sistema principal de pórticos

Q_{Dy} : cortante del sistema disipador

β : la relación entre el cortante de fluencia del sistema de disipación y el sistema total de la estructura

Es importante tener en cuenta que la distribución vertical de la carga lateral que se utiliza para los análisis de pushover debe ser proporcional a la forma del primer modo. La resistencia del sistema principal de pórticos se mantiene sin cambios, mientras que la resistencia del sistema de disipadores presenta cambios.

Las ecuaciones que se presentan a continuación resultan para una relación de fuerza $j\beta$ (el símbolo 'j' se introduce para mostrar cómo cambian los parámetros cuando cambia β):

$$jQ_s = \frac{Q_{Fy}}{(1 - j\beta)} \quad (3-7)$$

$$jQ_{Dy} = j\beta * jQ_s \quad (3-8)$$

$$j_k = \frac{jK_D}{K_e} \quad (3-9)$$

donde,

jQ_s : resistencia al cortante de todo el conjunto

jQ_{Dy} : resistencia al cortante del sistema de disipación

Q_{Fy} : resistencia al cortante para el sistema principal de pórticos para todos los valores de β

j_k : relación de rigidez para $j\beta$

En cada valor de β , el cortante total resistido por el sistema de disipadores (Q_{Dy}) se distribuye en la altura de la misma manera como se realiza la distribución horizontal de la fuerza del sistema de resistencia sísmica, de forma que se pueda determinar el cortante resistido por el sistema de disipación en cada nivel, (Q_{Dy}^i).

Enfoque de deformación de fluencia contralada: De acuerdo a la metodología, la relación de deriva v se usa para definir la deformación de fluencia de los disipadores de histéresis y evaluar sus implicaciones en el comportamiento sísmico. El valor de v está definido de 0 a 1.0, y debe ser constante para todos los pisos y relaciones de fuerza. Que $v = 1.0$ significa que tanto el sistema de disipadores como el sistema principal de pórticos fluyen al mismo tiempo. El sistema de disipadores tiene una rigidez baja y disipa a altos desplazamientos.

La deriva del plano de fluencia Δ_{Dy}^i y la rigidez horizontal jK_D^i en el piso i -ésimo para el sistema de disipadores se determinan por:

$$\Delta_{Dy}^i = v\Delta_{Fy}^i \quad (3-10)$$

$$jK_D^i = \frac{jQ_{Dy}^i}{\Delta_{Dy}^i} \quad (3-11)$$

La relación entre k y v está dada por la siguiente ecuación:

$$k = \frac{\beta}{(1 - \beta) * v} \quad (3-12)$$

A través de esta ecuación se evidencia que no es práctico ni económico controlar la fuerza y la deriva de un piso en su totalidad ($\beta \rightarrow 1.0$ y $v \rightarrow 0.1$), ya que, la rigidez requerida para el sistema de disipación sería demasiado grande lo que conduce a altos costos.

Es importante resaltar que el esquema propuesto por la metodología se utiliza para investigar y buscar tendencias de la relación entre el desplazamiento máximo del piso (D) y la deriva del piso (Δ) con respecto a el desplazamiento máximo del piso (D_0) y la deriva del piso (Δ_0) del sistema principal de pórticos en concreto sin disipadores.

Definición de los parámetros del sistema de disipación: Las riostras de pandeo restringido (RPR) son simuladas por un único elemento inelástico. δ_{by}^i y Δ_{Dy}^i son la deformación axial de fluencia y la deriva de fluencia del piso de la RPR individual en el piso i-ésimo. El área de una RPR individual en el piso i-ésimo es expresada en términos de la resistencia a cortante de fluencia Q_{Dy}^i y la deriva de fluencia en el piso Δ_{Dy}^i como:

$$\cos \theta \approx \frac{\delta_{by}^i}{\Delta_{Dy}^i} \quad (3-13)$$

$$A_{by}^i = \frac{1}{2} \frac{Q_{Dy}^i}{\Delta_{Dy}^i} \frac{Lb}{E \cos^2 \theta} \quad (3-14)$$

donde,

A_{by}^i : área de la sección transversal requerida para que una RPR permanezca elástica bajo la fuerza Q_{Dy}^i con una variación de la deformación de fluencia de piso Δ_{Dy}^i .

E : módulo elástico.

Evaluación del comportamiento sísmico: El daño en una estructura depende de la cantidad de energía histerética disipada y de su efecto acumulativo. En el estudio de Oviedo, el daño en sistema principal de pórticos se evalúa por medio de la relación de energía de deformación plástica acumulada e_F^{-i} definida como:

$$e_F^{-i} = \frac{E_{HF}^i}{Q_{Fy}^i \Delta_{Fy}^i} \quad (3-15)$$

donde,

E_{HF}^i : energía histerética disipada

Q_{Fy}^i : resistencia al cortante de fluencia

Δ_{Fy}^i : deriva de fluencia del piso

e_F^{-i} : la relación de deformación plástica acumulada del sistema principal de pórticos en el piso i

3.3 Método de plastificación progresiva (en inglés Nonlinear static analysis o Pushover)

Según la NSR-10 en el Apéndice A-3, se define el procedimiento no lineal estático de plastificación progresiva “Push-Over”, aunque el análisis estático no lineal se ha incluido solo recientemente en las disposiciones de diseño y construcción de edificaciones, el procedimiento en sí mismo no es nuevo y ha sido utilizado desde su propuesta en 1981 (Saiidi & Sozen, 1981) tanto en investigación como en aplicaciones de diseño.

El análisis no lineal estático es un método simplificado que permite evaluar directamente la respuesta no lineal de estructuras ante movimientos fuertes del terreno causados por un sismo. El análisis permite obtener información en la demanda de la estructura por las cargas sísmicas impuestas sobre el sistema estructural y sus elementos. El método evalúa el desempeño estructural y cuantifica propiedades como la fuerza, rigidez y la capacidad de deformación. Esta información se puede utilizar para evaluar criterios de desempeño. (Cinitha et al., 2012)

Los criterios de desempeño se vienen considerando en las normativas de diseño como la ATC-40 (Applied Technology Council, 1996) y el FEMA 356 (ASCE, 2000), las cuales se enfocan en el diseño y evaluación de estructuras sismo resistentes y han aplicado criterios de desempeño que estiman la respuesta no lineal de las edificaciones. En estas se comienza con la modelación de la estructura y se simula su capacidad contra la sollicitación sísmica. Con esto, se obtiene el nivel de daño, con lo cual el ingeniero puede tener control de riesgo de daño en términos del costo de reparación. (Hakim et al., 2014)

La simulación por este método según la NSR-10, consiste en definir un modelo matemático de la estructura que represente adecuadamente la distribución espacial de la masa y de la rigidez del sistema estructural considerando los efectos de la no linealidad de los

componentes para los niveles de deformación que excedan el límite proporcional, teniendo en cuenta el estado donde cada uno de los elementos de acuerdo a su configuración geométrica y material entran en estado de fluencia y de falla. Se deben incluir los efectos P-Delta en el análisis, que son momentos generados por el pandeo.

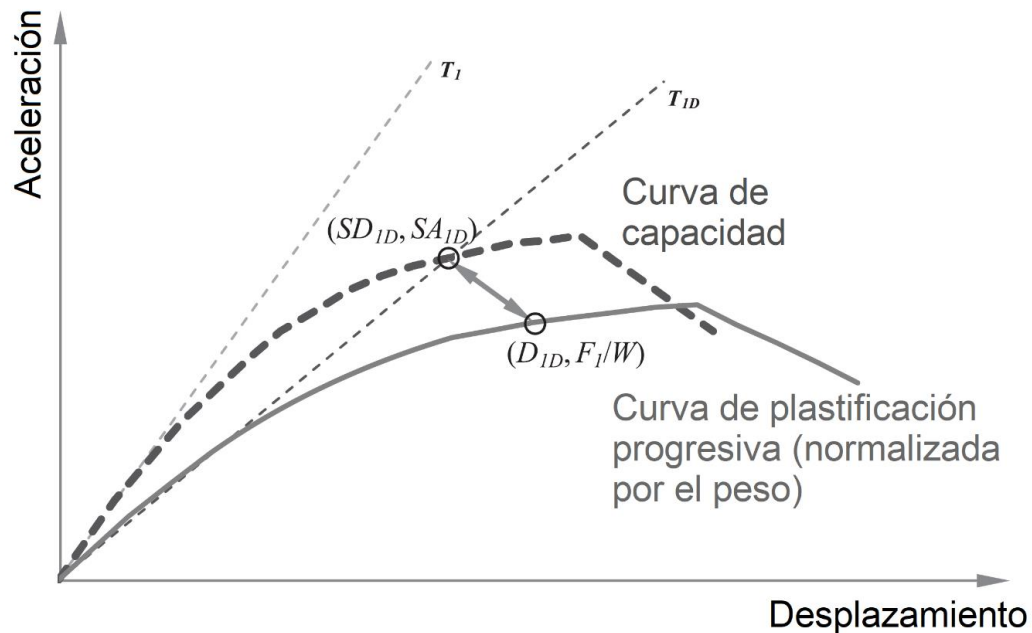
Adicionalmente, como se especifica en el apartado A-3.2.2 de la NSR-10 para el análisis de la estructura se debe considerar la aplicación simultánea de las acciones sísmicas y las cargas verticales, donde la carga muerta se combina con no menos del 25% de las cargas vivas requeridas por el diseño. Las fuerzas laterales se deben aplicar al centro de la masa de cada nivel y deben ser proporcionales a la distribución obtenida de un análisis modal para el modo fundamental de respuesta en la dirección que se está considerando. Las cargas laterales se deben incrementar en una sola dirección (AIS Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

3.3.1 Capacidad de la estructura

Para determinar la capacidad más allá del rango elástico, se deben realizar análisis no lineales como el método de plastificación progresiva. Este procedimiento utiliza una serie de análisis elásticos secuenciales, sobreimpuestos para obtener un diagrama de fuerza desplazamiento aproximado de toda la estructura. Consiste en aplicar una distribución de fuerzas laterales hasta que la estructura se vuelva inestable o hasta que se alcancen los límites de desplazamiento determinados. (Ardila Valencia, 2016)

Ahora bien, en la ASCE 7/16 sección 18.7 se define que la respuesta de la estructura para el análisis no lineal por pushover se realizara considerando solo el primer modo de vibración. Las propiedades no lineales de la estructura expresadas en términos de cortante basal y el desplazamiento de la cubierta se encuentran relacionadas con la capacidad de la estructura.

Como se ilustra en la Figura 3-4 la curva de capacidad de la estructura se obtiene entonces, a partir de la relación entre cortante basal y desplazamiento de la cubierta, dados en términos de la participación de masa y el desplazamiento.

Figura 3-4: Curva de capacidad y curva de plastificación progresiva

Tomado de (ASCE, 2016)

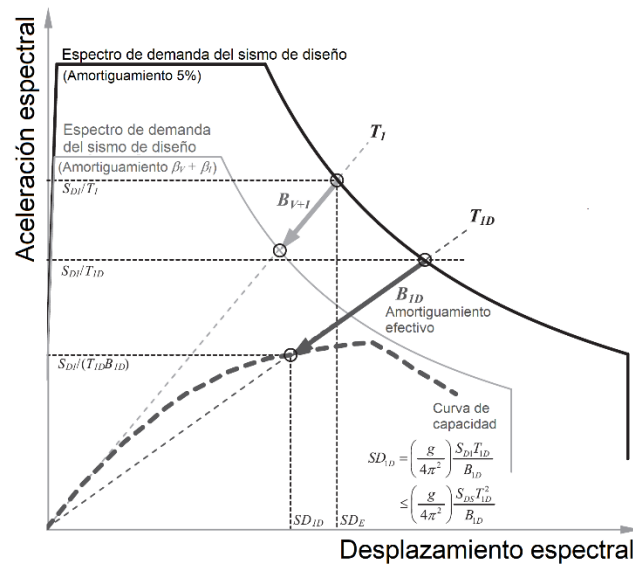
3.3.2 Demanda de la estructura

Los movimientos del suelo durante un sismo producen desplazamientos en las estructuras, los cuales pueden variar según el periodo de vibración de la estructura. Existen métodos no lineales de análisis para determinar los desplazamientos laterales según la condición de diseño. El desplazamiento en la cubierta se puede considerar en edificaciones como un indicador de la respuesta máxima esperada de la estructura durante el evento sísmico (Ardila Valencia, 2016).

En la norma ASCE, la respuesta reducida de una estructura con un sistema de amortiguación se caracteriza por el coeficiente de amortiguación, (B) , basado en la amortiguación efectiva, β , del modo de interés. Este enfoque es el mismo utilizado para las estructuras aisladas. Al igual que el aislamiento, la amortiguación efectiva del modo fundamental de una estructura se basa en las propiedades no lineales de fuerza-deformación. Para su uso con métodos de análisis lineal, las propiedades no lineales de la estructura se infieren a partir del factor de sobrecarga, Ω_0 , y otros términos.

La Figura 3-5 presenta la reducción de la respuesta sísmica de diseño del modo fundamental causada por el aumento de la amortiguación efectiva (representada por el coeficiente (B_{1D})). La curva de capacidad representa el comportamiento no lineal del modo fundamental en coordenadas espectrales de aceleración/desplazamiento. La reducción causada por la amortiguación se aplica en el período efectivo del modo fundamental de vibración (basado en la rigidez secante).

Figura 3-5: Reducción efectiva de la amortiguación de la demanda de diseño



Adaptado de (ASCE, 2016)

En la ASCE 7-16 (ASCE, 2016) se define el amortiguamiento efectivo como una combinación del amortiguación inherente (β_l), la amortiguación histerética (β_H) y la amortiguación viscosa agregada (β_v).

La amortiguación histerética y la viscosa agregada dependen de la amplitud y las contribuciones relativas a la amortiguación efectiva total, por lo cual se modifican con los cambios que se generen en el comportamiento de la estructura post-fluencia. Por ejemplo, la adición de amortiguadores a una estructura disminuye el desplazamiento post-fluencia de la estructura y, por lo tanto, disminuye la cantidad de amortiguación histerética proporcionada por el sistema de resistencia sísmica.

Si los desplazamientos se reducen al punto de fluencia, el componente histerético de la amortiguación efectiva es cero, y esta es igual a la amortiguación inherente más la amortiguación viscosa agregada. Si no hay un sistema de amortiguación (como en una estructura convencional), la amortiguación efectiva es igual a la amortiguación inherente.

3.3.3 Nivel de desempeño

El nivel de desempeño de una estructura se establece como un estado límite de daño y representa la condición límite en función de los posibles daños que puedan ocurrir en la estructura.

Los niveles de desempeño se expresan según se especifica en el FEMA 356 (ASCE, 2000):

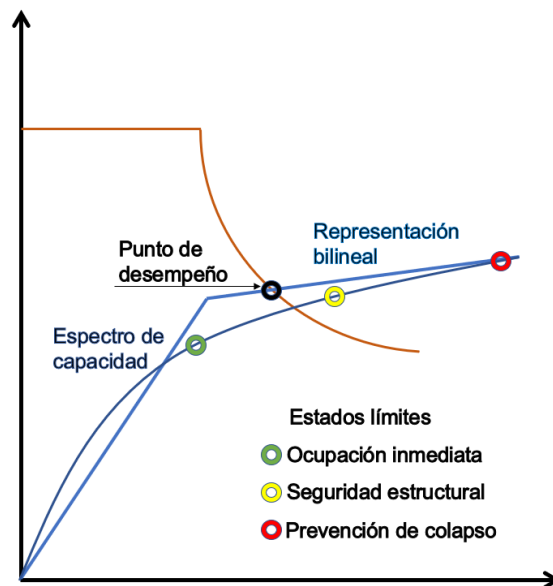
- **Ocupación inmediata (S-1):** significa el estado de daño post-sismo en el cual sólo ha ocurrido un daño estructural limitado. Los sistemas básicos de resistencia a las fuerzas verticales y laterales del edificio conservan la totalidad de su resistencia y rigidez.
- **Control de daño (S-2):** Se define como el margen continuo de estados de daño entre el nivel de seguridad (S-3) y el nivel de ocupación inmediata (S-1). Este nivel de desempeño es deseable para minimizar el tiempo de reparación y la interrupción del funcionamiento de la estructura, como medio parcial de proteger equipos y elementos de gran valor, o para preservar características históricas importantes cuando el costo del diseño para la ocupación inmediata es excesivo.
- **Seguridad de vida (S3):** Es el estado de daño posterior al sismo que incluye el daño a los componentes estructurales, pero mantiene un margen contra el inicio de un colapso parcial o total. Algunos elementos estructurales y componentes están severamente dañados, sin generar grandes riesgos de caída de escombros, ya sea dentro o fuera del edificio. Los ocupantes de la estructura pueden sufrir lesiones durante el sismo; sin embargo, se espera que el riesgo de que las lesiones que puedan ocurrir a los ocupantes pongan en peligro su vida como resultado del daño estructural sea bajo. En este estado debería ser posible reparar la estructura; no obstante, por razones económicas, esto puede no ser práctico. Aunque la estructura dañada no es un riesgo de colapso inminente, es indispensable realizar

reparaciones estructurales o instalar refuerzos temporales antes de que entre nuevamente en servicio.

- **Seguridad limitada (S-4):** Se define como el intervalo continuo de estados de daño entre el nivel de seguridad de vida (S-3) y el de colapso inminente (S-5). En este rango se aumenta el riesgo de peligro de vida de los ocupantes y se empieza a comprometer la estabilidad de la estructura.
- **Colapso inminente (S-5):** Es el estado de daño posterior al terremoto que incluye el daño a los componentes estructurales de manera que la estructura continúe soportando cargas gravitatorias, pero no retenga ningún margen contra el colapso.
- **No considerado (S-6):** No corresponde con un nivel de desempeño de la estructura, es una rehabilitación de un edificio que no tiene en cuenta el desempeño de la estructura.

En la Figura 3-6 se pueden apreciar los niveles de desempeños S-1, S-3 y S-5 correspondientes a los marcadores verde, amarillo y rojo respectivamente, así mismo se define el estado S-2 como el rango entre el marcador verde y el amarillo, y el nivel S-4 como el rango entre el marcador amarillo y el rojo. Adicionalmente, en la intersección entre el espectro de capacidad y el de demanda amortiguado se obtiene el Punto de Desempeño (S_{dp} , S_{ap}).

Figura 3-6: Punto de desempeño



Elaboración propia.

3.4 Cálculo del coeficiente de disipación de energía (R)

En los procedimientos de diseño sísmico basado en fuerzas, el factor de modificación de respuesta (R) es el que se utiliza para reducir los espectros de respuesta elástica lineal a los inelásticos. En otras palabras, el factor de modificación de la respuesta es la relación de resistencia necesaria para mantener la elasticidad estructural.

En el presente trabajo se evalúa el coeficiente de disipación de energía a partir de la obtención del punto de desempeño explicado en la sección anterior, el cual consiste en ajustar el espectro de capacidad a la curva bilineal.

Teniendo en cuenta lo anterior, en esta sección se presentan cuatro metodologías utilizadas en la literatura investigada para determinar el coeficiente de disipación de energía.

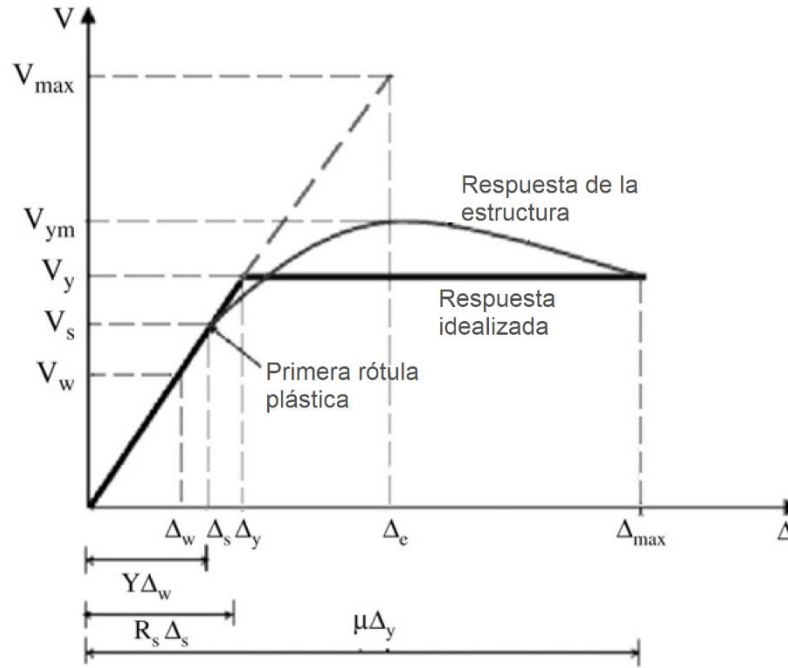
3.4.1 Procedimiento de Asgarian y Shokrgozar

Según (Asgarian & Shokrgozar, 2009), el análisis elástico de estructuras bajo sismos determina una fuerza cortante en la base y solicitaciones sobre los elementos que son notablemente mayores que la respuesta real de la estructura. La estructura puede absorber una amplia cantidad de energía sísmica y una alta capacidad en el rango inelástico de deformación. La sobrerresistencia en las estructuras está relacionado con el hecho de que la resistencia lateral máxima de una estructura generalmente excede su resistencia de diseño.

Por lo tanto, los códigos sísmicos reducen las cargas de diseño, aprovechando el hecho de que las estructuras poseen sobrerresistencia y ductilidad. De hecho, el factor de modificación de la respuesta incluye el desempeño inelástico de la estructura e indica sobrerresistencia y ductilidad de la estructura en la etapa inelástica.

Como se ilustra en la Figura 3-7 el comportamiento no lineal es idealizado por Asgarian et al. con una bilineal que tenga una sola rigidez en el rango elástico seguido de un comportamiento perfectamente plástico. La fuerza de fluencia de la estructura es mostrada por (V_y) y el desplazamiento de fluencia es (Δ_y) .

Figura 3-7: Respuesta general de la estructura – Asgarian & Shokrgozar



Adaptado de (Asgarian & Shokrgozar, 2009).

En la figura se observa que V_e (V_{max}) corresponde a la resistencia de respuesta elástica de la estructura y V_y al máximo cortante de la base en un comportamiento elástico perfecto. Finalmente, la relación entre V_e y V_y se denomina factor de reducción de fuerza.

$$R_u = \frac{V_e}{V_y} \quad (3-16)$$

El factor de sobreesfuerzo se define como la relación entre el cortante máximo de la base en el comportamiento inelástico V_y y el primer límite elástico significativo en la estructura V_s .

$$R_s = \frac{V_y}{V_s} \quad (3-17)$$

Es importante definir el concepto de sobreesfuerzo, redundancia y ductilidad que se utiliza para reducir las fuerzas sísmicas. El factor de sobrecarga R_s que se utiliza para formular R debe considerar la contribución de algunos otros efectos así:

$$R_s = R_{so} * F1 * F2 * ... * F_n \quad (3-18)$$

donde,

$F1$: considera la diferencia entre el límite elástico estático real y el límite elástico estático nominal

$F2$: considera el aumento del límite elástico como resultado de la deformación generada durante un movimiento sísmico

F_n : otros términos que se requieran considerar dependiendo del sistema estructural a evaluar.

Para diseñar por el método de esfuerzo permisible, los códigos de diseño reducen las cargas de diseño de V_s a V_w . Esta disminución se realiza mediante el factor de esfuerzo admisible que se define como:

$$Y = \frac{V_s}{V_w} \quad (3-19)$$

El factor de modificación de respuesta, por lo tanto, explica la ductilidad, la resistencia excesiva de la estructura y la diferencia en el nivel de tensiones consideradas en el diseño.

A continuación, se presenta la ecuación que lo describe:

$$R = \frac{V_e}{V_s} = \frac{V_e}{V_y} * \frac{V_y}{V_s} = R_u * R_s \quad (3-20)$$

$$R = \frac{V_e}{V_w} = \frac{V_e}{V_y} * \frac{V_y}{V_s} * \frac{V_s}{V_w} = R_u * R_s * Y \quad (3-21)$$

Por lo tanto, las ecuaciones presentadas corresponden a el factor de modificación de la respuesta sísmica en el método de diseño de la resistencia máxima y el factor de modificación de la respuesta sísmica en el método de diseño por esfuerzos admisibles.

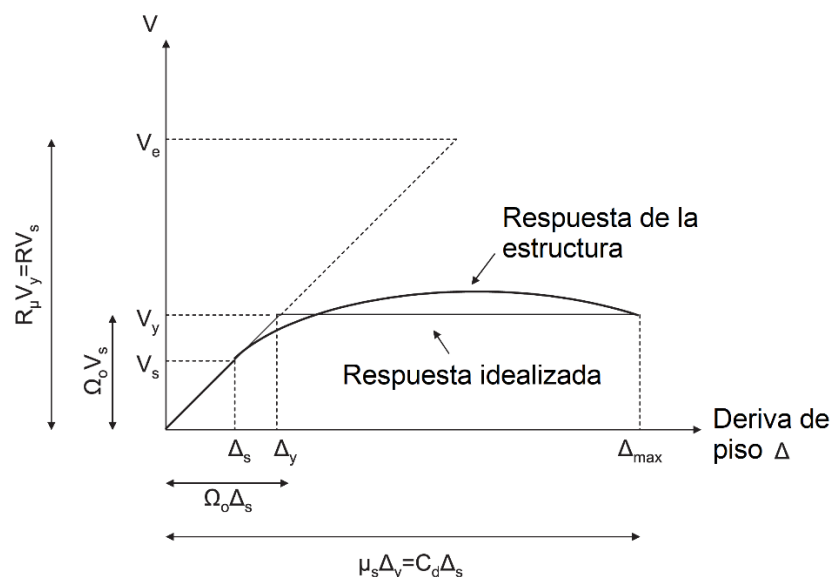
3.4.2 Procedimiento de Özkılıç, Bozkurt, & Topkaya

Los autores (Özkılıç et al., 2018), establecen que las riostras de pandeo restringido se utilizan normalmente como sistemas resistentes a carga lateral contra las fuerzas producidas por el viento y los sismos. Durante un evento sísmico las RPR ceden en tensión y compresión y contribuyen a la disipación de energía.

La resistencia a la carga axial y la capacidad de deformación axial de las RPR son los dos parámetros más importantes que deben determinarse en la fase de diseño. De acuerdo con la AISC, las RPR se diseñan, se construyen y se evalúan para resistir las deformaciones correspondientes a una deriva en el piso de al menos el 2% de la altura del piso o dos veces la deriva en el piso de diseño, lo que sea mayor.

Al igual que Asgarian et al. se simplifica el comportamiento no lineal con una bilineal con comportamiento perfectamente plástico. La diferencia del cálculo del coeficiente de disipación de energía con los procedimientos de Asgarian et al. radica en que no se considera la contribución benéfica de otros factores como la relación entre fluencia esperada y nominal de los elementos o el aumento del límite elástico como resultado de la deformación generada durante un movimiento sísmico, razón por la cual el valor obtenido para el coeficiente de disipación de energía por Özkılıç et al. es menor.

Figura 3-8: Respuesta general de la estructura - Özkılıç, Bozkurt, & Topkaya



Adaptado de (Özkılıç et al., 2018).

El planteamiento matemático se define bajo la siguiente formulación:

$$\begin{aligned}\mu_s &= \frac{\Delta_{max}}{\Delta_y} \quad Ru = \frac{V_e}{V_y} \quad \Omega_o = \frac{V_y}{V_s} \\ R &= \frac{V_e}{V_s} = Ru * \Omega_o \\ Cd &= \frac{\Delta_{max}}{\Delta_s} = \mu_s * \Omega_o\end{aligned}\tag{3-22}$$

donde,

V_e : cortante elástico basal

V_s : cortante basal en la primera fluencia significativa

V_y : cortante basal en el nivel de colapso estructural

Δ_s : deriva en la primera fluencia significativa

Δ_y : deriva en el piso de colapso estructural

Δ_{max} : cantidad máxima de deriva

μ_s : factor de ductilidad

Ω_o : factor de sobreesfuerzo

Ru : factor de reducción de ductilidad

R : coeficiente de modificación de respuesta

Cd : factor de amplificación de la deformación de la deflexión

3.4.3 Procedimiento de Mahmoudi y Zaree

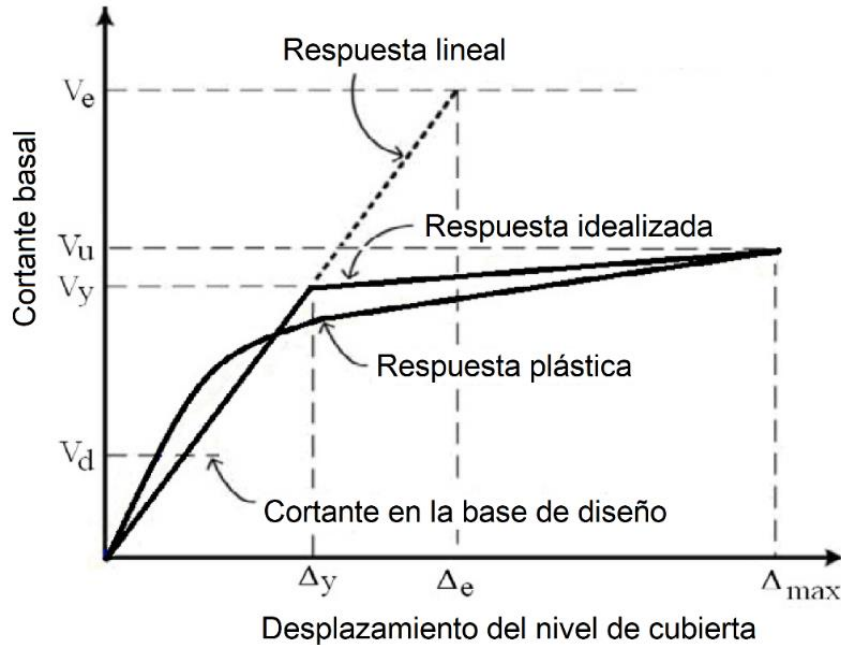
Los autores (Mahmoudi & Zaree, 2013) como se aprecia en la Figura 3-9 realizan la idealización del comportamiento no lineal de la estructura por medio de una relación elástico-plástica bilineal al igual que los autores presentados en las secciones 3.4.1. y 3.4.2., sin embargo, a diferencia de estos no conserva la pendiente del rango elástico ni se asume plastificación perfecta, sino que se modifica el punto de plastificación a un punto que garantice que se conserve la energía total y se conserve el punto de cortante último en el punto de desplazamiento máximo.

Ru es el factor de reducción por ductilidad que cuantifica la respuesta global no lineal de una estructura, debido a la energía histerética. Esta metodología propone su definición de la siguiente manera:

$$Ru = (\mu - 1) * \frac{T}{T_c} + 1 (T < T_c)\tag{3-23}$$

$$Ru = \mu (T \geq Tc) \quad (3-24)$$

Figura 3-9: Respuesta general de la estructura - Mahmoudi y Zaree



Adaptado de (Mahmoudi & Zaree, 2013)

Donde, T es el período fundamental, Tc es la característica de movimiento del suelo y μ es el factor de ductilidad estructural definido como:

$$\mu = \frac{\Delta_{max}}{\Delta_y} \quad (3-25)$$

Teniendo en cuenta lo anterior, Δ_{max} es el máximo desplazamiento y Δ_y es el desplazamiento de fluencia observado allí.

Por otro lado, se encuentra R_s que es el factor de sobreesfuerzo. Como se ha mencionado, las estructuras pueden soportar fuerzas considerablemente mayores de las previstas. La presencia de una capacidad adicional significativa que no se tuvo en cuenta en el diseño explica este fenómeno. La sobrerresistencia permite a las estructuras mantenerse seguras ante sismos severos y adicionalmente reduce la demanda de solicitaciones elásticas. El factor de sobreesfuerzo de diseño se define de la siguiente manera:

$$Rsd = \frac{Vu}{Vd} \quad (3-26)$$

donde,

Vd : cortante en la base de diseño

Vu : cortante de la base en relación con la primera fluencia en miembros estructurales

En esta ecuación, el factor de sobrecarga se basa en las propiedades nominales del material aplicado. Mientras tanto, el factor de sobrecarga debe considerar la ayuda de otros efectos que se presentaran en el comportamiento de la estructura así:

$$Rs = Rsd * R1 * R2 * ... * Rn \quad (3-27)$$

donde,

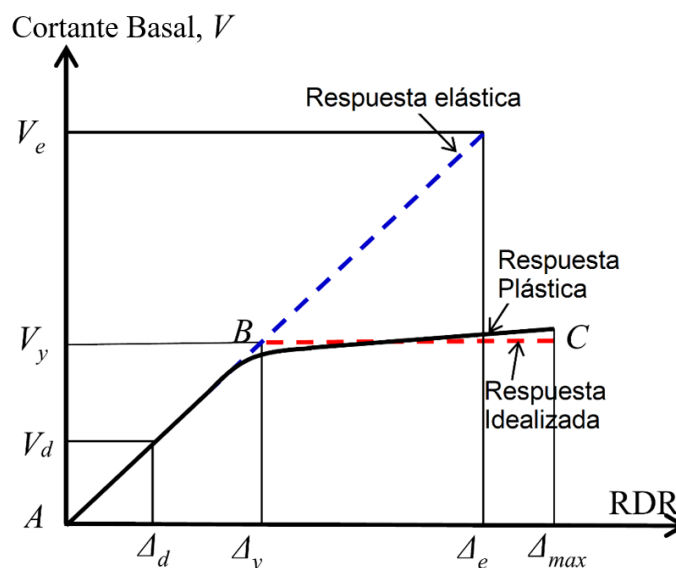
$R1$: representa la diferencia entre los límites elásticos estáticos reales y nominales

$R2$: determina el límite de elasticidad bajo el efecto de la velocidad de deformación

Rn : otros términos que se requieran considerar dependiendo del sistema estructural a evaluar.

3.4.4 Procedimiento de Abou-Elfath, Shamel Fahmy & Mohamed Khalifa

Figura 3-10: Respuesta general de la estructura - Abou-Elfath, Shamel Fahmy & Mohamed Khalifa



Adaptado de (Abou-Elfath et al., 2018)

Los autores (Abou-Elfath et al., 2018) en la Figura 3-10 presentan el cortante de la base en relación con la deriva del piso superior de una estructura, que se obtiene mediante un pushover estático. El desplazamiento máximo (Δ_{max}) se determina sobre la relación de deriva máxima en el piso y la máxima demanda de ductilidad de la riostra que es igual a el desplazamiento axial máximo sobre el desplazamiento de fluencia.

El comportamiento obtenido a partir del análisis no lineal de la estructura es idealizado por una relación elástica bilineal perfectamente plástica (líneas AB y BC). La línea AB coincide con la respuesta lineal inicial de la estructura, mientras que la posición del cero la meseta de rigidez (línea BC) se determina de tal manera que el área debajo es igual al área bajo la curva actual. El factor de sobreesfuerzo se define como la relación del cortante máximo de la base en el comportamiento idealizado V_y y el cortante de diseño V_d de acuerdo con la siguiente relación:

$$R_s = \frac{V_y}{V_d} \quad (3-28)$$

El factor de ductilidad R_μ es un parámetro que mide la reducción de la resistencia debido al efecto de inelasticidad. Los autores lo calculan de igual manera que Mahmoudi et al. como se define en las ecuaciones 3.23, 3.24 y 3.25.

Finalmente, el factor R se determina multiplicando el factor de sobreesfuerzo R_s y el factor de ductilidad R_μ así:

$$R = R_\mu * R_s \quad (3-29)$$

También se puede calcular en función de la relación entre el cortante elástico y el cortante en la primera fluencia así:

$$R = \frac{V_e}{V_d} \quad (3-30)$$

donde,

V_d : cortante de base de diseño

V_e : cortante de base elástico de la estructura debido a la carga sísmica

Teniendo en cuenta las metodologías evaluadas se puede concluir que en la propuesta por Mahmoudi et al. y Abou-Elfath et al. la bilineal llega hasta el cortante ultimo y la zona plástica tiene una pendiente generando una bilineal que conserve la energía. Por otro lado, en las metodologías Asgarian et al. y Özkılıç et al. se considera plastificación perfecta y la zona elástica conserva la pendiente de la respuesta calculada. En el presente trabajo se evalúan las cuatro propuestas y se analizan los resultados obtenidos.

4. Validación de la modelación de los dispositivos

Inicialmente en este capítulo, se plantea un primer proceso para definir la modelación de los dispositivos y la localización y configuración de los dispositivos en planta. A continuación, se desarrollan los análisis contemplados para validar la modelación del dissipador de arriostramiento restringido a través del programa SAP-2000, así como, realizar la verificación de diferentes localizaciones de los arriostramientos restringidos sobre pórticos planos para evaluar el comportamiento estructural del sistema aporticado con dissipadores y elegir la configuración a utilizar.

Para esto se define un procedimiento de evaluación, donde la validación de la modelación se realiza comparando los resultados obtenidos por el modelo de Wen en el programa de análisis contra los resultados experimentales a arriostramientos de pandeo restringido. Para la localización de los dispositivos se plantean cuatro configuraciones posibles y se analiza su comportamiento en una estructura bidimensional.

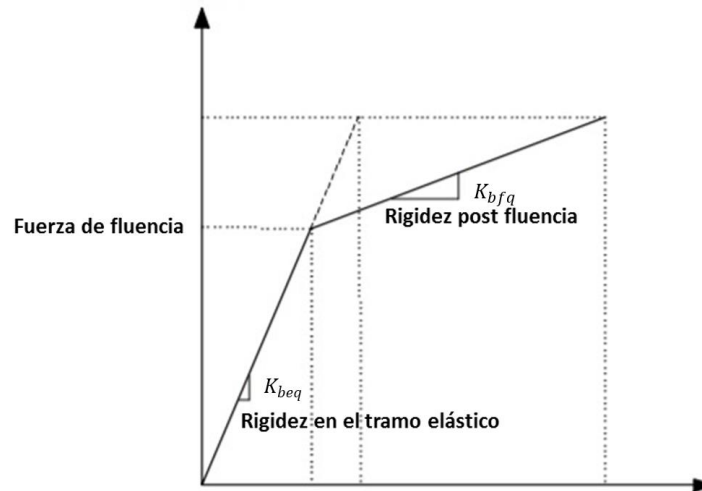
4.1 Validación de la modelación de los dispositivos como elementos link tipo Wen

La modelación de los arriostramientos restringidos al pandeo en el programa de análisis se plantea como elemento tipo link, el cual es usado para conectar dos nodos definiendo el comportamiento tanto en el rango lineal, como en el no lineal, de acuerdo con las propiedades asignadas a los elementos y al tipo de análisis requerido. En el programa de análisis puede definirse el comportamiento del elemento tipo link por medio del modelo de Wen, el cual ha sido utilizado en diferentes investigaciones para simular numéricamente la respuesta de los arriostramientos restringidos al pandeo. (Palazzo, Crisafulli, López, et al., 2005)

4.1.1 Modelo de Wen

En la Figura 4-1, se presentan los parámetros requeridos para definir el modelo de Wen.

Figura 4-1: Parámetros del modelo de Wen



Elaboración propia.

Para especificar los arriostramientos a partir del modelo de Wen se requieren cuatro parámetros: la rigidez equivalente del elemento en el rango elástico (K_{beq}) (en función de la rigidez y longitud del núcleo y de las zonas laterales), la fuerza para la cual se inicia el comportamiento plástico (T_y), la relación de la rigidez post fluencia sobre la rigidez elástica (α), y el exponente de fluencia (n) que es un factor adimensional en el modelo de Wen que controla la forma del ciclo histerético y su valor se toma como 1 para arriostramientos restringidos al pandeo (Black & Aiken, 2002).

$$\alpha = \frac{K_{beq}}{K_{bfq}} \quad (4-1)$$

donde,

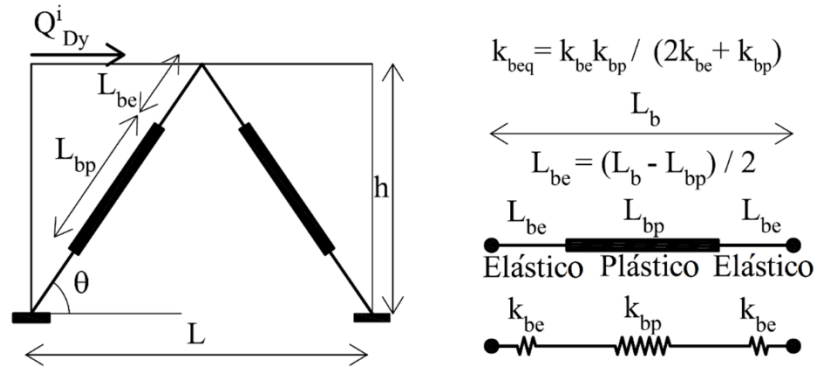
α : relación de rigidez

K_{beq} : la rigidez equivalente del elemento en el rango elástico.

K_{bfq} : la rigidez equivalente del elemento en el rango plástico.

Definiendo una longitud para la zona del núcleo (L_{bp}) y teniendo el área de esta (A_{bp}) se puede obtener la rigidez de la zona de plastificación (K_{bp}), la cual a partir de la formulación mostrada en la Figura 4-2 y asumiendo la zona elástica varias veces más rígida que la zona plástica con un (K_{be}) de gran magnitud se obtiene la rigidez del disipador.

Figura 4-2: Comportamiento del disipador como sistema en paralelo.



Adaptado de (Oviedo et al., 2010).

donde,

- L_{bp} : longitud para la zona del núcleo
- L_{be} : longitud de la zona elástica
- K_{bp} : rigidez para la zona del núcleo
- K_{be} : rigidez de la zona elástica
- K_{beq} : rigidez equivalente del disipador.

Dado que el disipador se comporta como un sistema en paralelo, su fuerza de fluencia se define por el elemento más susceptible a fluir, que para el caso de las RPR es el núcleo de acero, al ser la sección con una menor área. Por lo cual:

$$T_y : A_{bp} * f_{y_{sc}} \quad (4-2)$$

donde

- T_y : Fuerza de fluencia del disipador
- A_{bp} : Área de la sección transversal del núcleo
- $f_{y_{sc}}$: esfuerzo de fluencia esperado del núcleo de acero de la riostra.

La relación de la rigidez post fluencia sobre la rigidez elástica (α) se toma como 0.025 y el parámetro (n) se toma como 1 de acuerdo con los valores considerados por Palazzo et al. (2005)

4.1.2 Experimento base para la validación

La validación de la técnica de modelación para los arriostramientos restringidos al pandeo con elementos link tipo Wen se realizó por medio de la comparación entre el comportamiento determinado en el programa de análisis y el comportamiento obtenido experimentalmente en la tesis de maestría “Caracterización experimental de riostras de pandeo restringido a escala sometidas a cargas cíclicas”, realizada en la Universidad Nacional de Colombia (Cancelado, 2013).

En la fase experimental de la tesis de (Cancelado, 2013) se realizaron ensayos cíclicos a cuatro riostras de pandeo restringido fabricadas a escala 1:4, se utilizaron dos probetas con un área de núcleo de 2.4 cm² y dos con un área de 4.5 cm², (la descripción de las probetas experimentales se presenta en la Tabla 4-1). Las riostras estaban constituidas por un núcleo de acero, superficie aislante, mortero de relleno y un encamisado en perfil de acero.

Tabla 4-1: Descripción de las probetas experimentales.

Elemento	Probeta BRB1 y BRB2	Probeta BRB1 y BRB2
Área del núcleo Acero A-36	2.4 cm ² (6mmx40mm)	4.5 cm ² (9mmx50mm)
P diseño núcleo (Py)	109 kN	193 kN
Longitudes	Longitud de núcleo: 1075 mm, Longitud de camisa: 1250 mm Longitud de total de BRB: 1700 mm	
Material de relleno	Mortero SikaGrout 200 de Sika; $f'_{cr}=60$ MPa y $E_r=19.400$ MPa (datos según catálogo); Norma ASTM-C-1107	
Superficie aislante	Espesor = 3 mm (Capa de cinta antiadherente, $e=0.7$ mm; Lámina de neopreno, $e=$ de 1.6 mm; Capa de grasa común, $e=$ 07 mm)	
Zona transición	Espuma de alta densidad de 20 mm de espesor	
Diseño de conexión	Conexión pernada a deslizamiento crítico; Platinas ASTM A-36; Pernos de alta resistencia ASTM A-325	

Elaboración propia.

Los ensayos se ejecutaron en el laboratorio de la Universidad de los Andes siguiendo las especificaciones dadas en el numeral F3.11.3 de la NSR-10 para el protocolo de carga de “Ensayos cíclicos de calificación para arriostramientos restringidos al pandeo”.

Se siguió un protocolo de carga de 14 ciclos a una frecuencia de 10 segundos por ciclo de carga llegando a deformaciones axiales de 2.19 mm en los dos primeros ciclos, 5.00 mm en los siguientes dos, y posteriormente, dos ciclos hasta 10.00 mm, seguidos de dos ciclos de 15.00 mm. Luego, dos ciclos de 20.00 mm y se termina con cuatro ciclos de 15.00 mm de deformación axial. Como se puede apreciar en la Figura 4-5, en estos ensayos no se presentó una pérdida de resistencia en los elementos.

A partir de las especificaciones de los elementos como se indica en la Tabla 4-1 para los arriostramientos restringidos al pandeo en el ensayo experimental se establecieron los parámetros a utilizar en la evaluación de la modelación de los elementos como link tipo Wen.

Tabla 4-2: Definición de la modelación de los 4 disipadores

	BRB1/BRB2	BRB3/BRB4
L_{bp} [m]	1.075	1.075
A_p [mm ²]	240.0	450.0
K_{bp} [kN/m]	44651.16	83720.93
T_Y [kN]	82.8	155.3
Ratio	0.025	0.025
L_{be} [m]	0.313	0.313
A_{be} [mm ²]	2400.0	4500.0
K_{beq} [kN/m]	42197.80	79120.88

Elaboración propia.

4.1.3 Modelación de arriostramientos como elementos tipo link

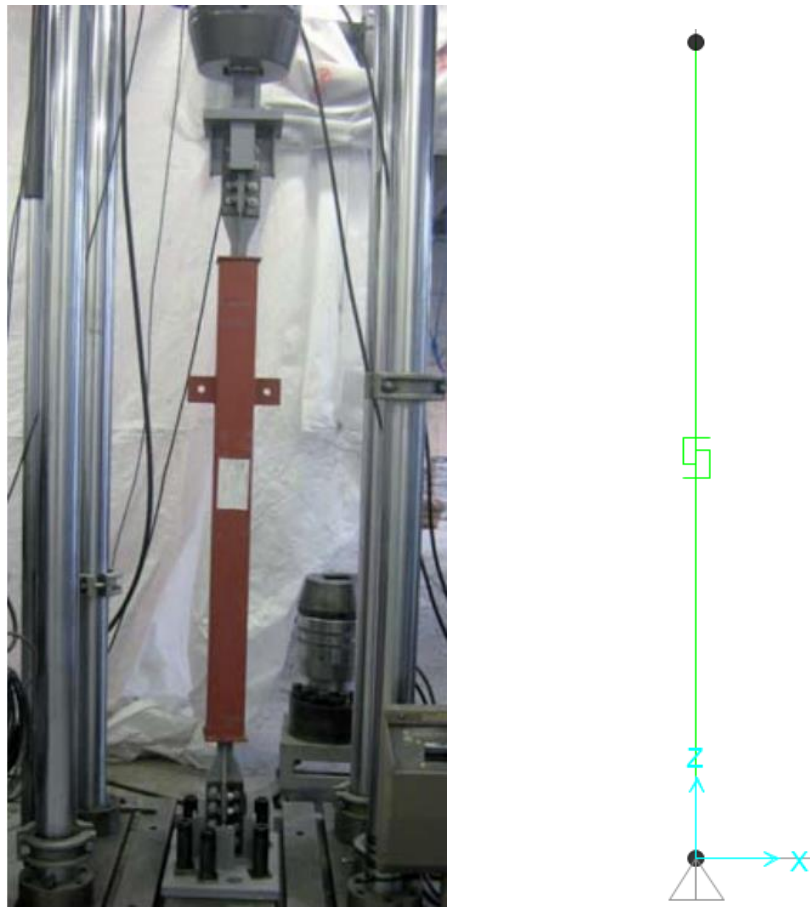
Al caracterizarse el comportamiento mecánico a nivel macroscópico de la riostra con el modelo de Wen, se define el comportamiento de la rótula por medio del esfuerzo y desplazamiento de fluencia, la rigidez inicial y la rigidez post fluencia. Los parámetros del modelo macroscópico están relacionados con las características geométricas de la riostra y las propiedades mecánicas del acero y representan adecuadamente su comportamiento. (Black & Aiken, 2002)

Teniendo las propiedades mecánicas que definen el modelo de Wen a partir de las riostras de los ensayos experimentales se realizó la modelación en el programa de análisis como un elemento tipo link que conecta dos nodos separados 1.70 m (longitud total de las

probetas), uno de los nodos se encuentra restringido a desplazamiento, y sobre el otro nodo se aplica un desplazamiento no lineal en dirección axial al elemento controlado por desplazamientos hasta llegar a 20 mm (desplazamiento máximo del ensayo de laboratorio).

En la Figura 4-3 se muestra una comparación entre el montaje del ensayo experimental y el elemento tipo link utilizado en SAP2000 para la presente verificación. El elemento tipo link se modela de acuerdo a las propiedades mecánicas de la riostra como se definen en la Tabla 4-2, estos datos se ingresan en el programa de análisis como se muestra en la Figura 4-4.

Figura 4-3: Comparación montaje experimental contra modelo numérico.



Elaboración propia

Figura 4-4: Parámetros del disipador tipo riostra de pandeo restringido.

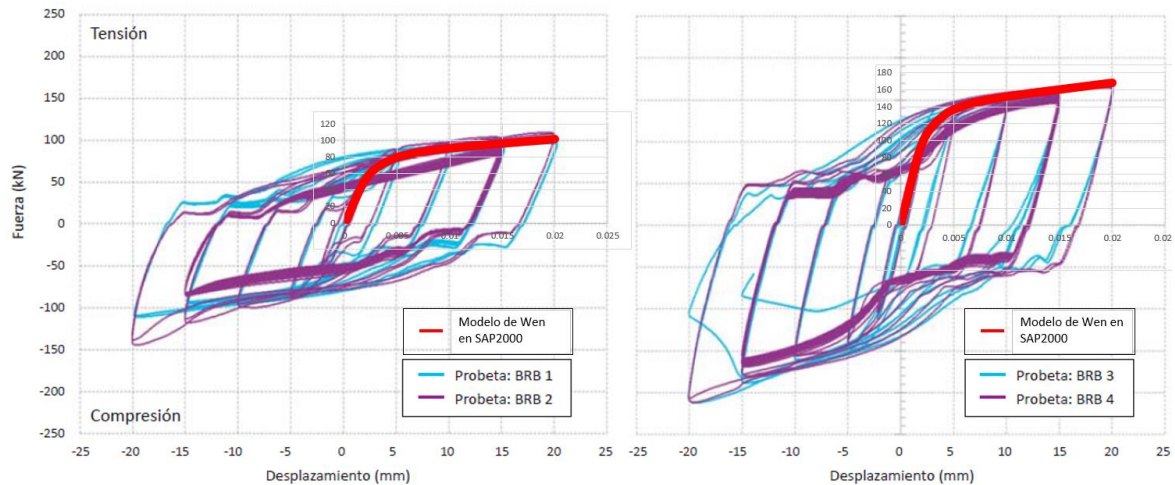
Property	BRB1/BRB2	BRB3/BRB4
Property Name	BRB1/BRB2	BRB3/BRB4
Direction	U1	U1
Type	Plastic (Wen)	Plastic (Wen)
NonLinear	Yes	Yes
Properties Used For Linear Analysis Cases		
Effective Stiffness	42197.8	79120.88
Effective Damping	0.	0.
Properties Used For Nonlinear Analysis Cases		
Stiffness	42197.8	79120.88
Yield Strength	82.8	155.3
Post Yield Stiffness Ratio	0.025	0.025
Yielding Exponent	1.	1.

Elaboración propia

En la Figura 4-5 se muestra la comparación entre los resultados experimentales (curvas azules y moradas) y los resultados de la modelación numérica (curva roja). Se observa que los resultados numéricos corresponden con los encontrados en los ensayos experimentales, se aprecia que el comportamiento de la modelación no lineal se ubica sobre la envolvente de los ensayos cíclicos experimentales, adicionalmente que la rigidez en el rango elástico, y el punto de fluencia se asemejan en ambos casos concluyendo que la representación numérica del disipador es adecuada.

Dado que se encuentra que el comportamiento del elemento tipo link corresponde a los resultados experimentales, se valida el uso de los elementos link tipo Wen usando los parámetros descritos en este capítulo para el análisis de estructuras con arriostramientos restringidos al pandeo como lo son las evaluadas en el presente trabajo.

Figura 4-5: Comparación de los resultados experimentales con los resultados de la modelación con elementos tipo Link.



Elaboración propia

4.2 Localización de los dispositivos en la estructura

Para la ubicación y disposición de los arriostramientos en cada nivel de la estructura existen varias configuraciones posibles, sin embargo, se trabaja con aquella en donde los dispositivos por medio del análisis realizado en el presente capítulo generan una mejor relación entre capacidad, rigidez y geometría de los disipadores.

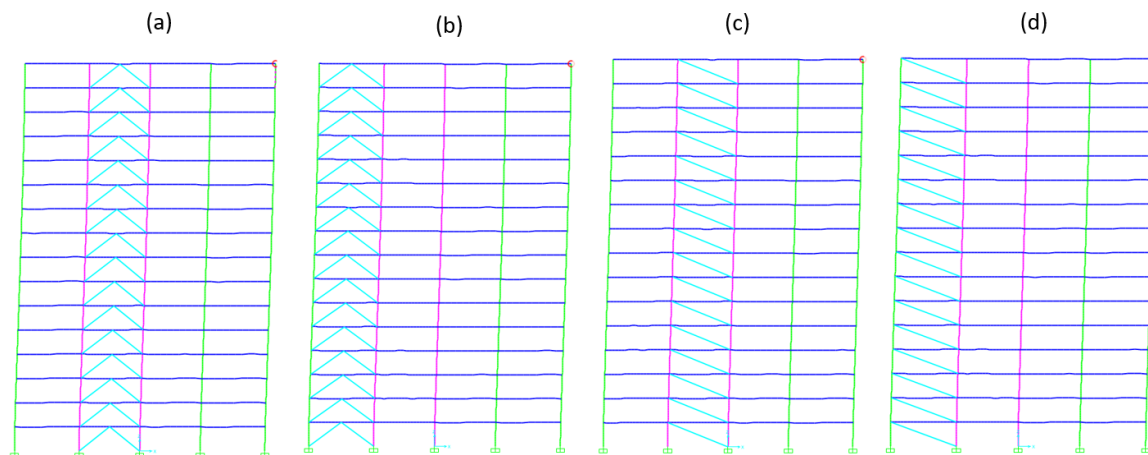
Esta evaluación se realiza siguiendo un análisis en dos dimensiones utilizando la geometría de la estructura sobre el plano con cuatro luces y con las secciones y propiedades del edificio de 16 pisos.

Se tienen en cuenta cuatro configuraciones de localización de disipadores en la estructura, las cuales se presentan en la Figura 4-6, se comparan configuraciones de V invertida y en diagonal, localizadas en el vano exterior o en el vano interior. Así mismo se considera la estructura sin disipadores.

En las configuraciones de V invertida se utilizan riostras restringidas al pandeo con un área de núcleo de $2,800 \text{ mm}^2$ y una longitud confinada de 1.80 m, y para las estructuras con diagonal simple se utilizan riostras con el doble de área de las aplicadas en las configuraciones de V invertida como se muestra en la Tabla 4-3. Es importante tener en cuenta que se requiere que los disipadores para la configuración en diagonal tengan una

mayor rigidez que permita compensar el hecho de que en las estructuras de V invertida se encuentran dos elementos conectando cada nivel con su superior.

Figura 4-6: Configuraciones evaluadas de ubicación de disipadores (a) V invertida central, (b) V invertida exterior, (c) Diagonal simple interior y (d) diagonal simple exterior



Elaboración propia

Tabla 4-3: Definición de las propiedades de los disipadores

	V invertida	Diagonal simple
L_{bp} [m]	1.80	1.80
A_p [mm ²]	2800	5600
K_{bp} [kN/m]	311111.11	622222.22
T_Y [kN]	966	1932
Ratio	0.02	0.02

Elaboración propia.

Inicialmente, se realizó un análisis lineal sobre cada estructura, evaluando el desplazamiento máximo que se presenta en último nivel y la rigidez de la estructura por medio del análisis del periodo obtenido a partir de un análisis modal espectral de la estructura. Sin embargo, como se observa en la Tabla 4-4 se aprecia una mayor rigidez de las estructuras con disipadores con respecto a la estructura sin disipadores, pero no se encuentra una diferencia significativa entre las mismas, esto se debe a que al estar el mismo disipador en todos los niveles para todas la estructuras, la rigidez que aportan es aproximadamente igual en cada nivel.

Tabla 4-4: Avalúo de cargas.

Configuración	Periodo (s)	Desplazamiento (m)
Sin disipadores	1.0364	0.1818
V invertida exterior	0.7186	0.1330
V invertida central	0.7178	0.1319
Diagonal exterior	0.6897	0.1287
Diagonal interior	0.6832	0.1260

Elaboración propia

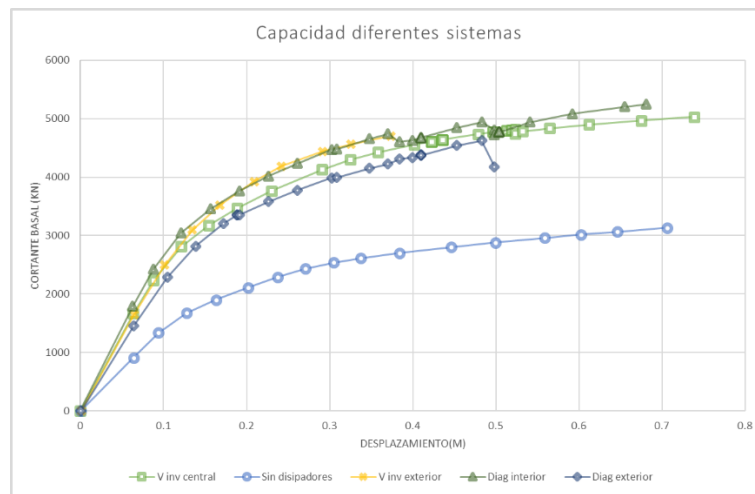
A continuación, se hizo el análisis de plastificación progresiva sobre cada estructura para evaluar el comportamiento de la edificación incluyendo los disipadores. Como se refleja en la Figura 4-7 las diferentes curvas de capacidad presentan un comportamiento similar, sin embargo, se encuentra que las configuraciones con disipadores ubicados en el extremo no llegan al desplazamiento objetivo, esto se debe a que la columna externa en el vano donde se ubica el disipador está sometida a grandes tracciones y falla antes de llegar al desplazamiento objetivo.

Todo el pórtico sobre el que se encuentra apoyado el sistema de disipación está sometido a grandes cargas, dado que la alta rigidez de los disipadores genera que tomen una parte importante de la fuerza sísmica, y luego se la transmiten a este pórtico como fuerzas axiales sobre las columnas y vigas.

Dado que el comportamiento de las columnas es a flexocompresión, las columnas que generan tracciones presentan plastificación y falla a desplazamientos menores, por lo tanto, la mejor configuración en este aspecto es la que genere un menor cambio en las solicitaciones iniciales.

En la configuración de la estructura con los disipadores en los vanos exteriores se observa que se presentan solicitaciones a tracción sobre la columna en el eje A y compresiones sobre la columna del eje B como se aprecia en la Figura 4-9 (a) y (b). De igual forma, las estructuras con disipadores en los pórticos centrales, presentan grandes tracciones sobre el eje B y un aumento de la compresión sobre el eje C.

Figura 4-7: Curvas de capacidad para las diferentes configuraciones evaluadas



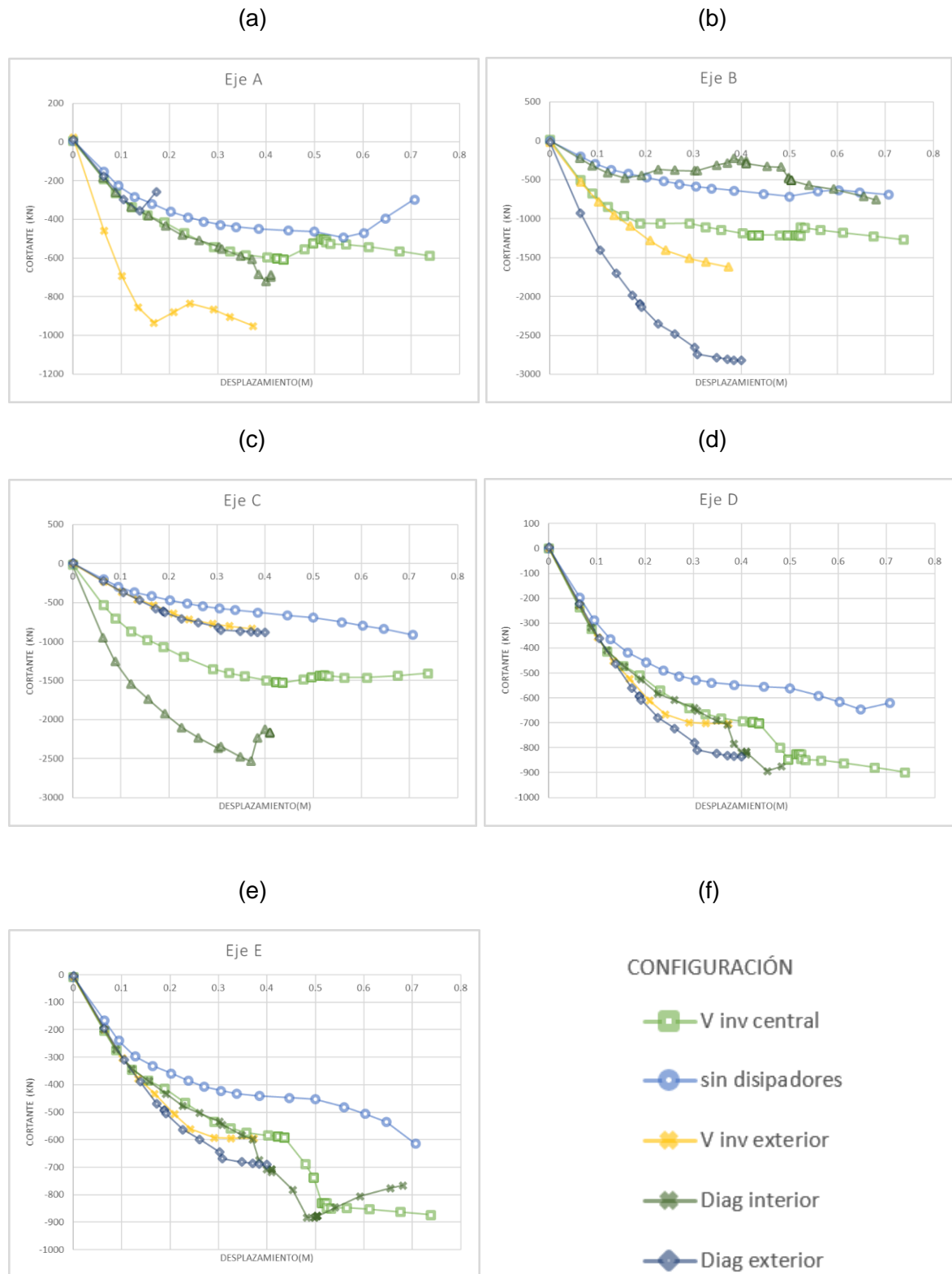
Elaboración propia.

La diferencia entre las dos localizaciones analizadas radica en que la columna sobre el eje A, la cual va a entrar a tracción en las configuraciones con los disipadores en los vanos exteriores, tiene un estado inicial a compresión de 1220 kN, mientras que el estado inicial de la columna B es de 1590 kN, la cual entra a tracción en las configuraciones con los disipadores en los vanos centrales.

Por otro lado, en la columna del eje B cuando se presenta un incremento en la carga sísmica, esta se ve solicitada a tracción por las vigas a su derecha y a compresión por las vigas a su izquierda. En cambio, la columna sobre el eje A, solamente se ve solicitada a tracción por las vigas de la derecha y al ser esquinera no recibe una carga a compresión por ningún elemento adicional.

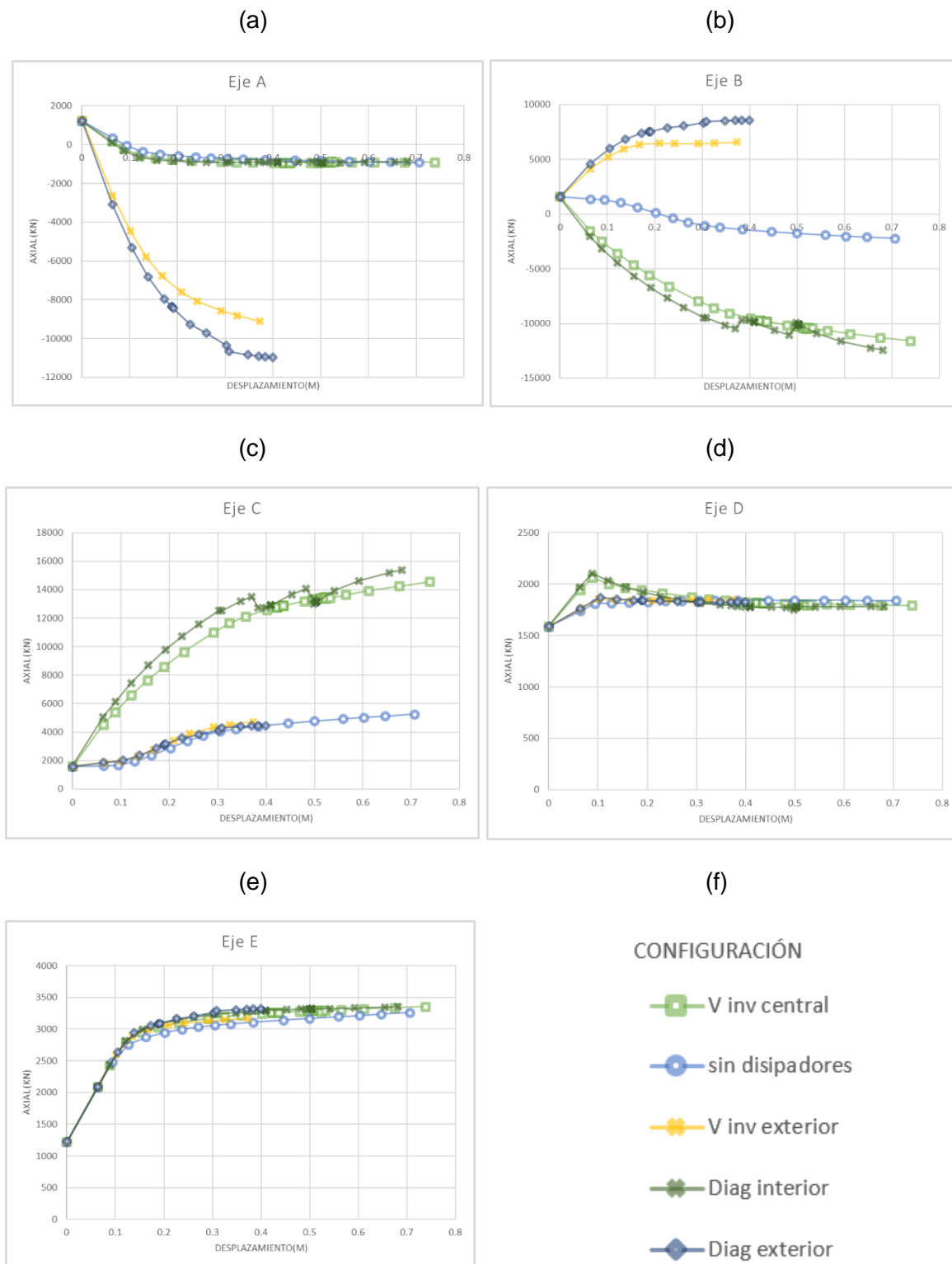
Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que la combinación de estos factores produce que el incremento de las tracciones en la columna A para las configuraciones exteriores sea mucho más rápido que lo que se presenta en la columna B para las configuraciones centrales. Por lo tanto, se genera que la columna A fallé con un desplazamiento menor mostrando que las configuraciones con disipadores exteriores tienen menor ductilidad.

Figura 4-8: Fuerza Cortante sobre cada apoyo de la estructura



Elaboración propia

Figura 4-9: Fuerza Axial sobre cada apoyo de la estructura



Elaboración propia.

De acuerdo con los análisis realizados se concluye que ubicar los dispositivos en los vanos interiores genera una menor carga de sollicitaciones a tracción sobre las columnas, adicionalmente, se encuentra que la configuración en diagonal requiere una sección del dissipador más robusta que para las secciones en V invertida, razón por la cual, en el desarrollo del presente trabajo se realiza el análisis y diseño de las estructuras localizando los dissipadores el vano interior con una sección en V invertida.

5. Metodología de análisis y diseño de edificaciones con disipadores de arriostramientos restringido

En este capítulo se presenta la metodología utilizada para el análisis y diseño de las cuatro estructuras aporticadas con sistemas de disipación en arriostramientos restringidos al pandeo, donde se plantean los aspectos fundamentales a tener en cuenta al realizar el análisis y diseño estructural de edificaciones con este sistema de protección sísmica.

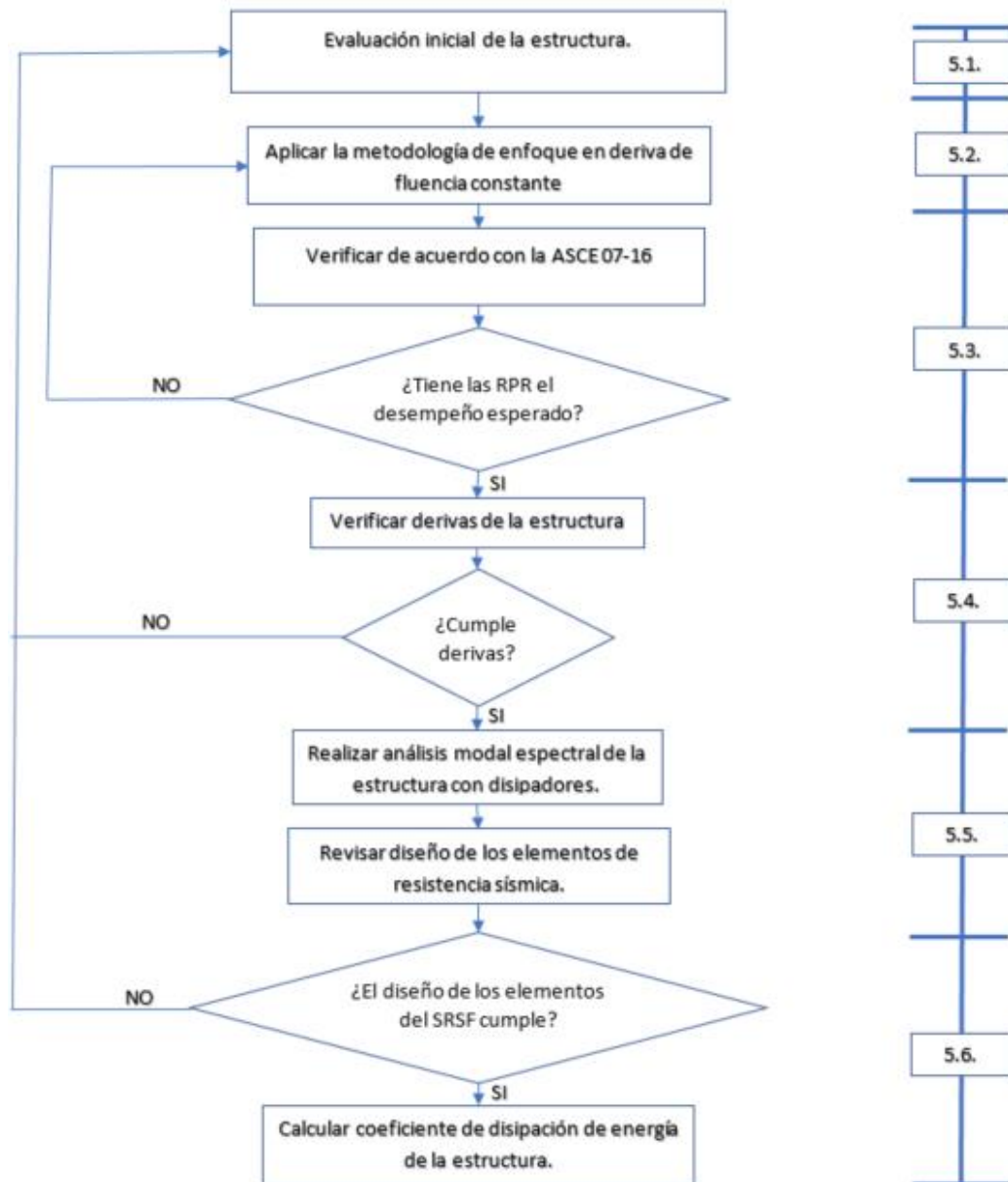
En la Figura 5-1 se presenta un esquema de las actividades generales de la metodología planteada para el análisis y diseño de edificaciones con disipadores de arriostramiento restringido.

5.1 Evaluación inicial de la estructura

Inicialmente se debe realizar la definición de la estructura a evaluar, para esto es necesario conocer los requerimientos del proyecto, como número de niveles, distribución geométrica de la estructura en planta, número de vanos en cada dirección, localización de la estructura, información geotécnica y uso que se le va a dar a la estructura. A partir de esta información se puede realizar una predimensión de la estructura de la cual se obtendrán secciones a utilizar y materiales.

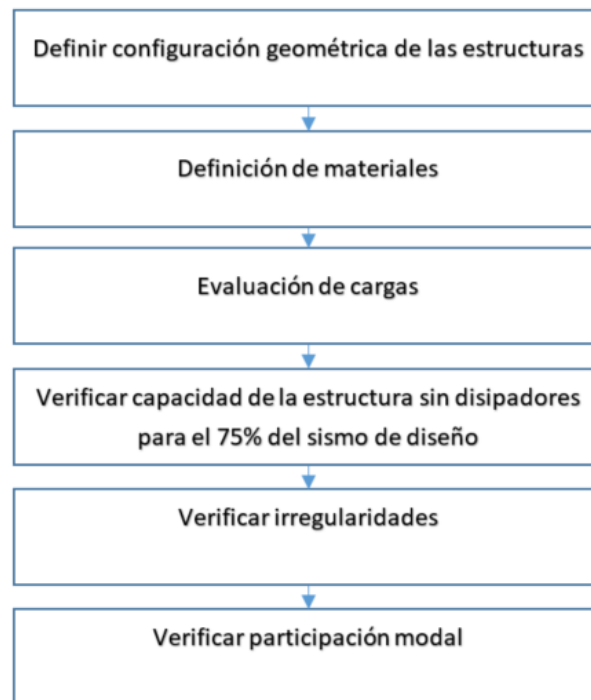
En la Figura 5-2 se presenta el diagrama de flujo de cómo se desarrolla la evaluación inicial de la estructura.

Figura 5-1: Diagrama de flujo de la metodología de análisis y diseño para edificaciones con disipadores de arriostramiento restringido



Elaboración propia.

Figura 5-2: Diagrama de flujo de la evaluación inicial de la estructura



Elaboración propia.

5.1.1 Evaluación de cargas

El avalúo de cargas se realiza de acuerdo con los criterios que presenta el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (AIS Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010) en el título B, donde se definen las cargas muertas (B.3) y las cargas vivas (B.4) a partir del uso que va a tener la estructura.

Para considerar la carga sísmica se realiza el análisis modal espectral de la estructura. La estructura sin el sistema de disipación debe tener la capacidad de asumir el 75% del cortante basal del sismo de diseño. El espectro de diseño se calcula de acuerdo con los requisitos del ítem A.2 de la NSR-10, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- La amenaza sísmica para el lugar determinado según el mapa de zonificación sísmica de Colombia, expresada a través de los parámetros A_a y A_v . Estos representan la aceleración horizontal pico efectiva y la velocidad horizontal pico efectiva a nivel de roca expresada en términos de aceleración del sismo de diseño.

- Las características de amplificación del sismo a nivel de superficie están establecidas a través de los coeficientes de sitio F_a y F_v .
- El coeficiente de importancia I , que se establece a partir del grupo de uso de la estructura.

5.1.2 Evaluación de irregularidades

La evaluación de irregularidades se realiza a partir de la configuración geométrica y de cargas ya definida para la estructura. Se debe realizar el análisis de irregularidades como se especifica en la sección A3 de la NSR-10.

Se verifican las irregularidades en planta y las irregularidades en altura de acuerdo con lo definido en la NSR-10 en sus tablas A.3-6 y A.3-7 respectivamente. La evaluación de irregularidades se requiere para la evaluación de estabilidad global y local de la estructura.

5.1.3 Verificación del cortante basal

La NSR-10 en la sección A.5.4.5 establece que el valor del cortante basal dinámico obtenido después de realizar la combinación modal, no puede ser menor que el 80% para estructuras regulares, o que el 90% para estructuras irregulares, del cortante sísmico en la base, V_s , calculado por el método de la fuerza horizontal equivalente.

En el caso donde el cortante basal dinámico en la dirección j , V_{tj} , sea menor al porcentaje especificado, todos los parámetros de la respuesta dinámica correspondiente deben multiplicarse por el siguiente factor de modificación:

$$0.80 \frac{V_s}{V_{tj}} \text{ para estructuras regulares} \quad (5-1)$$

$$0.90 \frac{V_s}{V_{tj}} \text{ para estructuras irregulares} \quad (5-2)$$

Para realizar esta verificación se realiza primero la evaluación de las solicitaciones sobre la estructura y obtener el cortante basal por el método de la fuerza horizontal equivalente,

teniendo en cuenta el periodo fundamental de la edificación en cada dirección j calculado de acuerdo con los requisitos de A.4.2. del Reglamento Colombiano NSR-10.

5.1.4 Participación modal

El siguiente paso corresponde en evaluar los modos de vibración de la estructura y su participación según la sección A.5.4.2 de la NSR-10. En el análisis dinámico debe incluirse todos los modos de vibración que contribuyan de una manera significativa a la respuesta dinámica de la edificación hasta alcanzar por lo menos una masa efectiva del 90% del peso de la estructura.

5.1.5 Verificación de índice de estabilidad y restricción al desplazamiento lateral

Los efectos P-Delta corresponden a efectos de segundo orden producidos por los cambios geométricos de la estructura ante grandes desplazamientos. Según la sección A.6.2.3 de la NSR-10, estos efectos deben tenerse en cuenta cuando el índice de estabilidad es mayor de 0,10. En caso de que el índice de estabilidad sea mayor a 0,30 la estructura es potencialmente inestable y el piso analizado debe rigidizarse.

El índice de estabilidad (Q_i), para el piso i y en la dirección bajo estudio, se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$Q_i = \frac{P_i * \Delta_{cm}}{V_i * h_{pi}} \quad (5-3)$$

donde,

P_i : Suma de la carga vertical total, incluyendo muerta y viva, que existe en el piso y todos los pisos por encima.

Δ_{cm} : Deriva del piso, medida en el centro de masa.

V_i : Fuerza cortante del piso i, sin dividir por R.

h_{pi} : Altura del piso, medida desde la superficie de diafragma del piso hasta la superficie del diafragma del piso inmediatamente inferior.

Adicional a la verificación de índice de estabilidad presentada en sección A.6.2.3 de la NSR-10 se debe garantizar que los elementos a compresión se encuentren arriostrados ante los desplazamientos laterales con el propósito de no considerar los efectos de P-delta.

Un elemento a compresión se considera restringido a desplazamientos laterales cuando “los elementos de arriostramiento tienen rigidez lateral suficiente para resistir las deformaciones laterales del piso, a tal grado que los desplazamientos laterales resultantes no son lo suficientemente grandes para afectar sustancialmente la resistencia de la columna.” (AIS, 2010)

La norma en su sección C.10.10.5.2. permite asumir como arriostrado a un piso en la estructura cuando el índice de estabilidad para cargas mayoradas (Q) sea menor al 5%:

$$Q = \frac{\sum P_u * \Delta_0}{V_{us} * l_c} \leq 0.05 \quad (5-4)$$

donde,

$\sum P_u$: Suma de la carga vertical total mayorada por piso.

Δ_0 : Deformación lateral relativa (deriva) de primer orden entre la parte superior e inferior del piso.

V_{us} : Fuerza cortante horizontal mayorada por piso para el sismo MCE.

l_c : longitud del elemento en compresión en un pórtico, medida centro a centro de los nudos del pórtico.

5.1.6 Diseño del sistema de resistencia sísmica

De acuerdo con las solicitaciones obtenidas del análisis modal espectral para cada uno de los elementos del sistema de pórticos, se realiza el diseño del refuerzo a flexión y a cortante acorde con los requisitos del título C de la NSR-10 para estructuras de disipación especial.

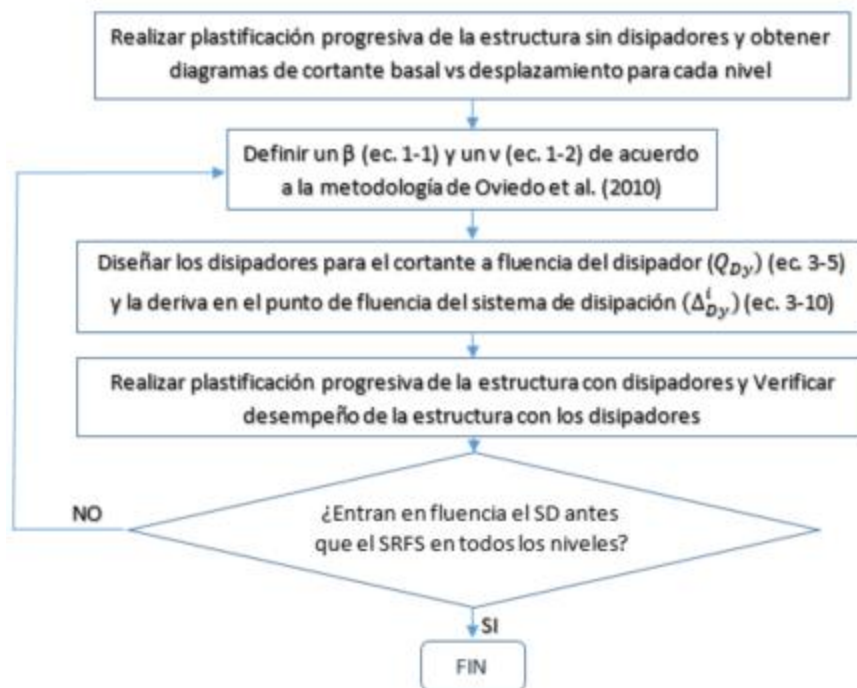
Para los elementos que conforman los pórticos en los cuales se ubica el sistema de disipación, se requiere incrementar el acero de refuerzo. Lo anterior se debe a que las RPR generan un incremento de las solicitudes sobre estos pórticos, y se requiere que estos elementos se conserven en un estado de ocupación inmediata, donde los desplazamientos en los nodos de estos elementos no generen una pérdida del trabajo realizado por los

arriostramientos restringidos al pandeo, y por ende, no afecten el funcionamiento del sistema de disipación.

5.2 Aplicación de la metodología de enfoque en deriva de fluencia constante de Oviedo et al. (2010)

La aplicación del método de Oviedo et al. (2010) consiste en determinar las propiedades geométricas y mecánicas de las riostras de pandeo restringido (RPR), de tal forma que aumenten la capacidad de la estructura, y que su fluencia permitiendo que las riostras el trabajen como fusible, asegurando que los disipadores entren en el rango plástico antes que la estructura del sistema de resistencia sísmica.

Figura 5-3: Diagrama de flujo de la metodología de enfoque en deriva de fluencia constante



Elaboración propia.

Con este propósito, como se muestra en el diagrama de flujo presentado en la Figura 5-3 primero se realiza un análisis de plastificación progresiva en la estructura sin disipadores

dado que para la aplicación de la metodología se requiere establecer la evolución del cortante en cada nivel y la deriva por piso.

5.2.1 Análisis de plastificación progresiva

El análisis de plastificación progresiva es importante para comprender el comportamiento no lineal de la estructura y determinar su capacidad.

Primero se deben establecer las propiedades no lineales de los elementos, con base en el diseño preliminar realizado, se tienen en cuenta: las propiedades mecánicas de cada uno de los materiales (acero, concreto confinado y concreto no confinado), la sección geométrica, disposición del refuerzo, recubrimientos y el estado de carga al que se ve sometido cada elemento (rótula a flexión en caso de vigas y a flexocompresión en el caso de las columnas).

En el caso de esta investigación se empleó el software XTRACT para determinar las propiedades no lineales de los elementos estructurales. Es importante tener en cuenta que para las vigas se define el comportamiento para el momento a flexión positivo con tracciones en las barras superiores y negativo con tracción sobre las barras inferiores de acuerdo con la convención del software. Por otro lado, para las columnas se obtiene el comportamiento para la flexión compresión en 0, 45 y 90 grados para los casos de compresión máxima y mínima a los que se va a someter la sección.

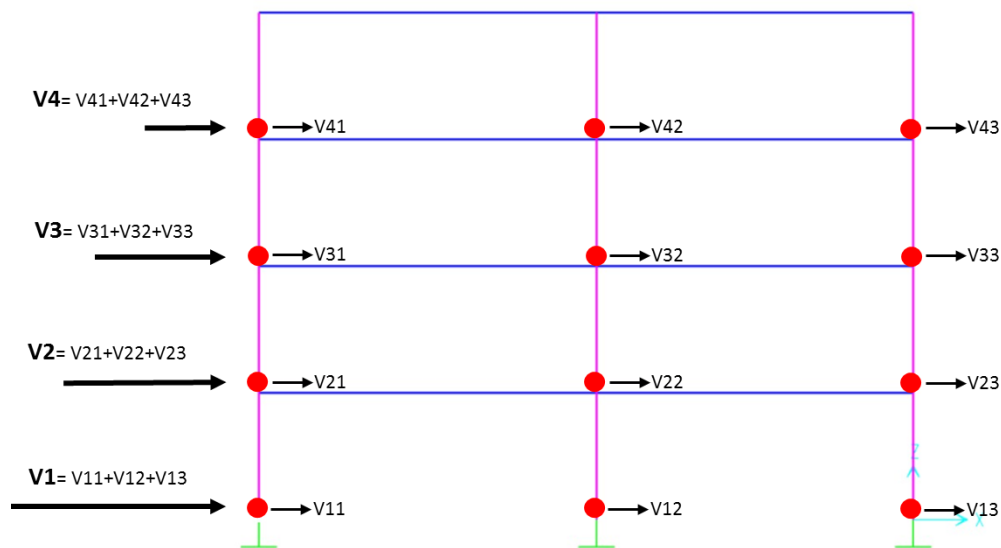
Una vez determinadas las propiedades no lineales, asignando el comportamiento de plastificación en los extremos de cada uno de los elementos en el programa de análisis, se define el caso de carga estático no lineal en el programa de análisis, donde se define como condición inicial de las cargas gravitacionales considerando el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva. Se aplica un desplazamiento en los centros de masa de cada nivel del modelo con distribución del modo fundamental, el cual se aumenta progresivamente hasta llegar a un desplazamiento de techo del 3% de la altura de la estructura.

5.2.2 Análisis de cortante basal contra desplazamiento de cada nivel

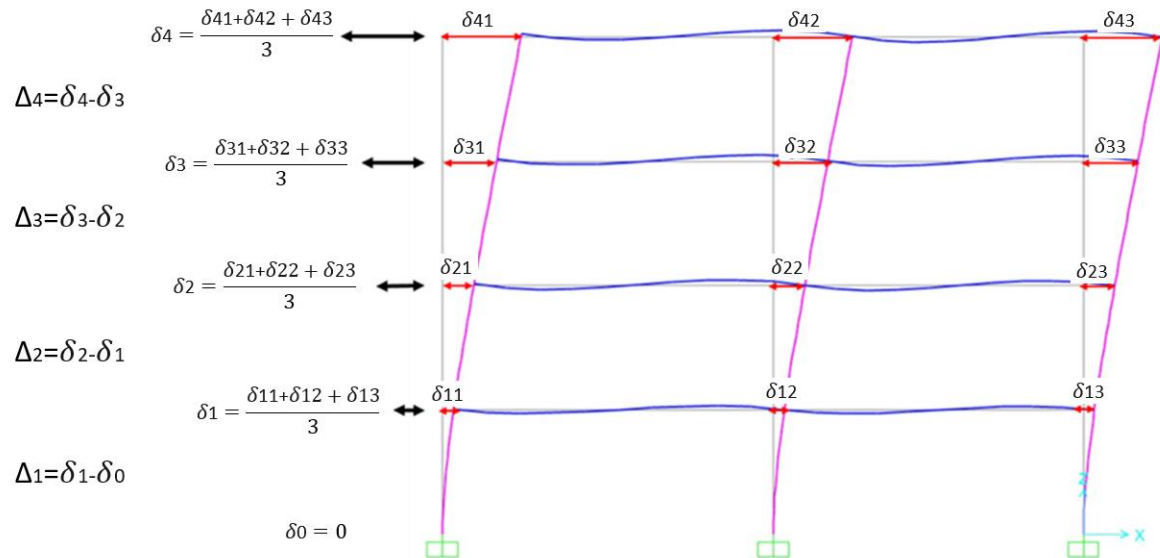
Generado el modelo a partir del cual se realiza el análisis de plastificación progresiva de la estructura, el primer paso corresponde en determinar la fuerza de cortante para cada uno de los nodos inferiores de las columnas de todos los pisos, y posteriormente, determinar el cortante como se presenta en la Figura 5-4. Estas solicitaciones en cada nodo se toman directamente del programa de análisis y se realizan las sumas del cortante total por nivel.

Ahora bien, el proceso continúa con el cálculo de las derivas de cada piso. Para esto primero se promedian los desplazamientos en los nodos de las columnas de cada uno de los pisos para determinar el desplazamiento total por nivel, para luego calcular la deriva del nivel como la diferencia entre el desplazamiento del nivel analizado y el desplazamiento del nivel inmediatamente inferior. En la Figura 5-5, se observa un esquema que describe el procedimiento utilizado.

Figura 5-4: Cálculo de cortante por nivel



Elaboración propia.

Figura 5-5: Desplazamiento por nivel

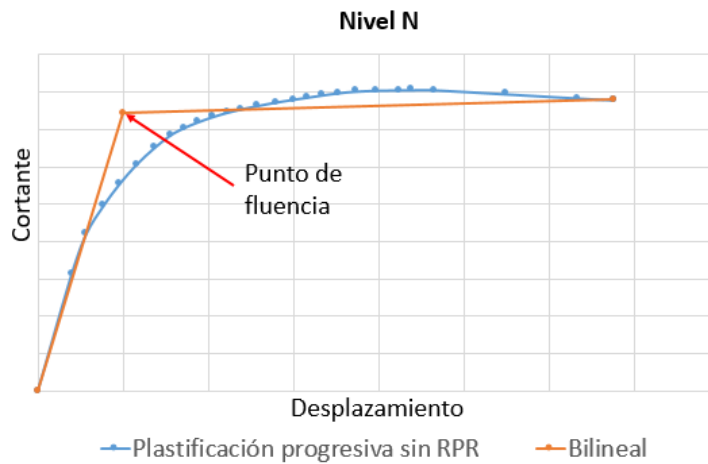
Elaboración propia.

5.2.3 Análisis del comportamiento de la estructura sin disipadores

A partir de la información obtenida, se genera la curva de plastificación para cada nivel de la estructura sin disipadores. Con esto se procede a transformar dicha curva en un modelo simplificado conformado por dos tramos rectos (bilineal) que conservan la misma energía.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Figura 5-6 la primera recta con su rigidez define la zona lineal y la segunda define la zona plástica. La intersección de estas rectas determina el punto de fluencia de cada piso para el sistema sin disipadores. A partir de dicho punto, se definen el cortante de fluencia de la estructura sin disipadores (Q_{FY}) y el desplazamiento de fluencia de la estructura sin disipadores (Δ_{FY}).

Figura 5-6: Comportamiento por nivel



Elaboración propia.

5.2.4 Definición de la relación de deriva (ν) y de la relación de resistencia (β).

Se determina la relación de deriva (ν) que se define como la deriva de fluencia para el sistema de disipación dividida por la deriva de fluencia del sistema de resistencia sísmica, y la relación de resistencia pórtico/disipador (β) que es el cortante de fluencia del sistema de disipación normalizado por el cortante de fluencia del sistema de resistencia sísmica. Estos valores se establecen de acuerdo con los valores propuestos por la metodología, en el que se aplica un proceso iterativo hasta encontrar un sistema de disipación que permita aumentar la rigidez de la estructura, pero que también, entre en estado de fluencia en todos los niveles antes que el sistema de resistencia sísmica

Obtenido el cortante (Q_{Fy}) y deriva (Δ_{Fy}^i) de fluencia para cada nivel del sistema principal de pórticos y definidas la relación de deriva (ν) y la relación de resistencia pórtico/disipador (β) se obtiene el cortante que debe soportar el sistema de disipación para cada nivel (Q_{Dy}) a partir de las ecuaciones (3-4) y (3-5) y el desplazamiento al punto de fluencia que debe tener el sistema de disipación en el nivel analizado (Δ_{Dy}^i) a partir de la ecuación (3-9).

Diseño de los arriostramientos restringidos al pandeo.

Una vez se establece el comportamiento a la fluencia del sistema de disipación para cada nivel se diseñan de los arriostramientos restringidos. Para las RPR el núcleo se encarga de soportar la carga axial mientras que el tubo exterior, a través del mortero, proporciona soporte lateral al núcleo y evita el pandeo global del dispositivo. Esto genera que el núcleo defina en mayor medida el comportamiento mecánico de los elementos, por lo cual primero se pre-dimensiona el elemento a través de las propiedades geométricas y el material del núcleo de acero.

Dado que el disipador se comporta como un sistema en paralelo, su fuerza de fluencia se determina por el elemento más propenso a fluir, que para el caso de las RPR es el núcleo de acero, al ser la sección con una menor área. Por lo cual:

$$T_y : A_{bp} * f_{y_{sc}} \quad (5-5)$$

donde

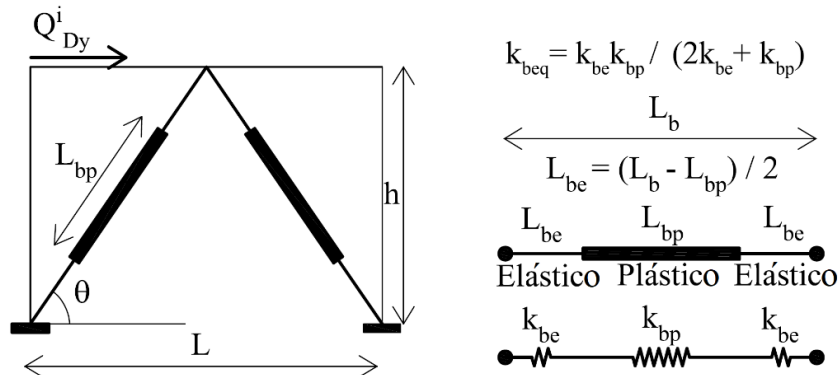
T_y : Fuerza de fluencia del disipador

A_{bp} : Área de la sección transversal del núcleo

$f_{y_{sc}}$: esfuerzo de fluencia esperado del núcleo de acero de la riostra.

Definiendo una longitud para la zona del núcleo (L_{bp}) y teniendo el área de esta (A_{bp}) se calcula la rigidez de la zona de plastificación (K_{bp}), la cual a partir de la formulación mostrada en la Figura 5-7 y asumiendo la zona elástica varias veces más rígida que la zona plástica con un (K_{be}) de gran magnitud, se obtiene la rigidez del disipador.

Figura 5-7: Comportamiento del disipador como sistema en paralelo.



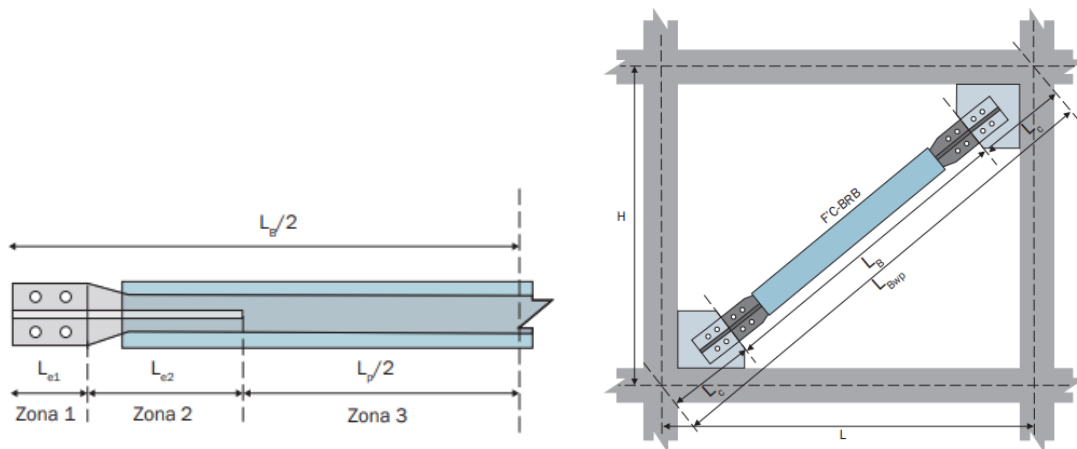
Adaptado de (Oviedo et al., 2010).

donde,

L_{bp} : longitud para la zona del núcleo
 L_{be} : longitud de la zona elástica
 K_{bp} : rigidez para la zona del núcleo
 K_{be} : rigidez de la zona elástica
 K_{beq} : rigidez equivalente del disipador.

A partir de la geometría definida manualmente se utiliza el software Riostra F'c-BRB (de distribución libre), en el cual se verifica que se estén cumpliendo la secciones mínimas para cada zona del elemento, y se consideran parámetros para la obtención las propiedades mecánicas como la zona de transición (L_{e1}) entre la zona elástica (L_{e2}) y la zona plástica (L_p) (Figura 5-8), así como la interacción entre la superficie deslizante, el mortero estructural y el cajón de confinamiento.

Figura 5-8: Datos de entrada software Riostra F'c-BRB

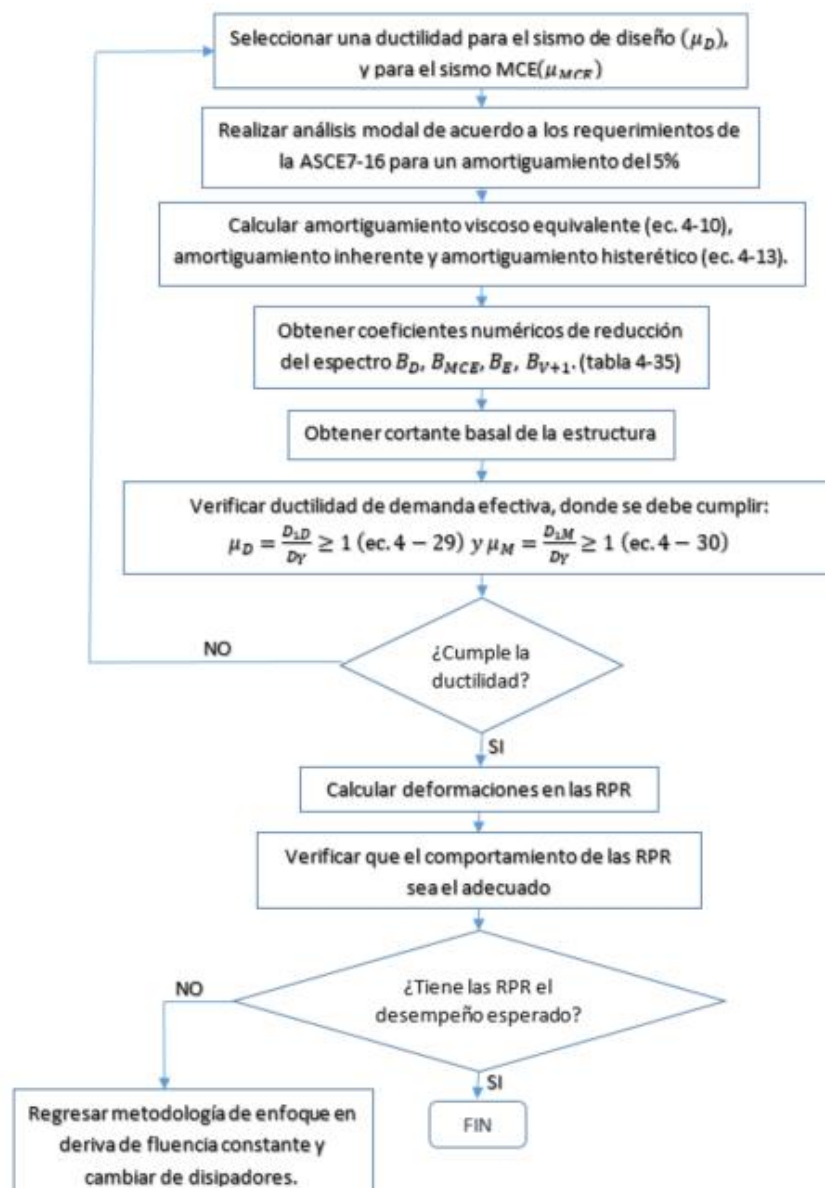


Tomado de Manual software Riostra F'c-BRB.

5.3 Verificación de requisitos de acuerdo con la ASCE 07-16.

Esta sección presenta la verificación de los requisitos establecidos en la norma ASCE 07-16 que se deben realizar para las estructuras evaluadas, los cuales se indican en el diagrama de flujo presentado en la Figura 5-9.

Figura 5-9: Diagrama de flujo de la verificación de requisitos de acuerdo con la ASCE 07-16



Elaboración propia.

5.3.1 Análisis modal de la estructura

La ASCE 07-16 define en su apartado 18.2.3. que para estructuras con un sistema de disipación que soportan acciones sísmicas se requiere el uso del análisis dinámico no lineal, sin embargo, permite realizar un análisis modal espectral cuando se cumplen los requisitos presentados en 18.2.3.1.

Los requisitos por cumplir para poder utilizar el análisis modal espectral son: tener al menos 2 disipadores por nivel en una configuración que les permita reducir torsiones, el amortiguamiento total para el modo fundamental no sea mayor del 35% y que el parámetro de aceleración para un periodo de 1 segundo (S_1) sea menor a 0,6.

Para la configuración estructural de las edificaciones analizadas en el presente trabajo se cumplen los 3 requisitos, por lo cual se hace uso del método de análisis modal espectral. que a su vez se define en la sección 18.7.1 de la norma en mención, donde define los requisitos que se deben contemplar para el análisis.

En la sección 18.7.3 se dan los parámetros para determinar el cambio que genera el sistema de disipación en la respuesta de la estructura por efectos del amortiguamiento, en esta sección se define el amortiguamiento efectivo y la ductilidad de demanda efectiva de la estructura con disipadores.

Para la modelación de los disipadores la ASCE 07-16 define en 18.2.4.5 que se debe considerar una reducción en la capacidad de los disipadores debida a la variabilidad en las condiciones del ambiente, los resultados obtenidos en los ensayos experimentales y la variabilidad en las propiedades mecánicas de los materiales a emplear. Esta incertidumbre se considera en las propiedades de los disipadores a partir del factor λ_{max} , establecido en la ecuación 18.2-3a y λ_{min} definido en la ecuación 18.2-3b. Para el presente trabajo se realiza la modelación de los disipadores asumiendo como 1 los valores de λ_{max} y λ_{min} , dado que no se está considerando una variabilidad en las propiedades de estos elementos por no haber seleccionado un proveedor en particular, y no contar con datos experimentales del disipador a implementar en la edificación.

5.3.2 Evaluación de la ductilidad

A partir de la verificación del análisis modal se procede a determinar la ductilidad efectiva para la estructura, la cual no debe ser mayor a la ductilidad máxima (μ_{\max}) como se define en la sección 18.7.3.4 de la ASCE 07-16.

$$T_{1D} \leq T_S \quad \mu_{\max} = 0.5 * \left[\left(\frac{R}{\Omega_0 * I_e} \right)^2 + 1 \right] \quad (5-6)$$

$$T_{1D} \geq T_S \quad \mu_{\max} = \left(\frac{R}{\Omega_0 * I_e} \right) \quad (5-7)$$

donde,

T_{1D} : periodo efectivo del modo fundamental para el sismo de diseño.

T_S : periodo definido por la relación S_{D1}/S_{DS}

T_1 : periodo del modo fundamental

μ_{\max} : ductilidad máxima.

R : Coeficiente de disipación de energía

Ω_0 : Coeficiente de sobre-resistencia

I_e : Factor de importancia

Luego de determinar la ductilidad se calcula el periodo efectivo para el modo fundamental:

$$T_{1D} = T_1 * \sqrt{\mu_D} \quad (5-8)$$

$$T_{1M} = T_1 * \sqrt{\mu_M} \quad (5-9)$$

donde,

T_{1M} : periodo efectivo del modo fundamental para el sismo MCE.

μ_D : ductilidad efectiva demandada para el sismo de diseño.

μ_M : ductilidad efectiva demandada para el sismo máximo considerado.

Cálculo de amortiguamiento inherente.

Luego, se determina el amortiguamiento inherente (β_I) que se basa en el tipo de material, la configuración y el comportamiento de la estructura que responden dinámicamente justo por debajo de la fluencia del sistema sísmico resistente a la fuerza. La amortiguación inherente no debe ser superior al 3% del valor crítico para todos los modos de vibración, a

menos que, se realicen análisis o ensayos adicionales donde se demuestren mayores valores.

5.3.3 Cálculo de amortiguamiento viscoso equivalente.

Se calcula el amortiguamiento viscoso equivalente (β_v) a partir de la relación del trabajo de la estructura con respecto al trabajo que toman los disipadores en un ciclo de carga como se define en la sección 18.7.3.2.3 de la ASCE 07-16:

$$\beta_{vm} = \frac{\sum_j W_{mj}}{4\pi W_m} \quad (5-10)$$

$$W_m = \frac{1}{2} \sum_j F_{im} \delta_{im} \quad (5-11)$$

donde,

W_{mj} : trabajo realizado por el disipador j para un ciclo completo de la respuesta dinámica para el modo m.

W_m : trabajo realizado por la estructura para el modo m.

F_{im} : Fuerza inercial para el modo considerado.

δ_{im} : desplazamiento del nivel para el modo considerado en el centro de rigidez de la estructura.

El trabajo realizado por el sistema de disipación para un ciclo completo de la respuesta dinámica (W_{mj}) se halla a partir de los desplazamientos y fuerzas del sistema de disipación en cada nivel de la estructura.

5.3.4 Cálculo de amortiguamiento viscoso histerético.

Posteriormente, se calculan el amortiguamiento histerético para el sismo de diseño (β_{HD}) y el amortiguamiento histerético para el sismo MCE (β_{HM}) con las siguientes ecuaciones:

$$q_H = 0.67 * \left(\frac{T_S}{T_1} \right) \quad (5-12)$$

$$\beta_{HD} = q_H * (0.64 - \beta_I) * \left(1 - \frac{1}{\mu_D} \right) \quad (5-13)$$

$$\beta_{HM} = q_H * (0.64 - \beta_I) * \left(1 - \frac{1}{\mu_M} \right) \quad (5-14)$$

donde,

q_H : Factor de ajuste del ciclo de histéresis

T_S : periodo definido por la relación S_{D1}/S_{DS}

T_1 : periodo del modo fundamental

β_I : ductilidad de la estructura causada por la disipación inherente

5.3.5 Cálculo del amortiguamiento efectivo total y coeficiente de amortiguamiento.

El amortiguamiento del espectro de demanda se determina en función del amortiguamiento efectivo total de la estructura, de acuerdo con lo establecido en las fórmulas (5-15) y (5-16).

$$\beta_{mD} = \beta_I + \beta_{Vm} * \sqrt{\mu_D} + \beta_{HD} \quad (5-15)$$

$$\beta_{mM} = \beta_I + \beta_{Vm} * \sqrt{\mu_M} + \beta_{HM} \quad (5-16)$$

donde,

β_{mD} : amortiguamiento efectivo total de diseño.

β_{mM} : amortiguamiento efectivo total de diseño.

β_I : amortiguamiento inherente.

β_V : amortiguamiento viscoso.

β_H : amortiguamiento histerético.

A partir de los amortiguamientos calculados se establece el coeficiente de amortiguamiento (B) para el sismo de diseño (B_D) y para el sismo máximo considerado (B_{MCE}) según los criterios de la Tabla 5-1. El B_D se utiliza para reducir el espectro de demanda, con el fin de

tener en cuenta el efecto del amortiguamiento en el análisis de plastificación progresiva, así como el B_{MCE} para el sismo máximo considerado.

Tabla 5-1: Coeficiente de amortiguamiento

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β (amortiguamiento efectivo)	B (Coeficiente de amortiguamiento)
1%	0.8
5%	1.0
10%	1.2
20%	1.5
30%	1.8
40%	2.1
50%	2.4
60%	2.7
70%	3.0
80%	3.3
90%	3.6
100%	4.0
1000%	4.0

Tomado de ASCE 07-16 Tabla 18.7-1.

5.3.6 Verificación del cortante basal.

El capítulo 18 de las ASCE 7-16 establece en su apartado 18.2.1.1 que el valor del cortante basal no debe ser menor (V_{min}), el cual se define por medio de:

$$V = C_s * W \quad (5-17)$$

$$V_{min} = \frac{V}{B_{V+1}} \quad (5-18)$$

$$V_{min} = 0.75 * V \quad (5-19)$$

donde,

V : cortante basal en la dirección de interés por fuerza horizontal equivalente.

B_{V+1} : coeficiente numérico para el amortiguamiento efectivo, igual a la suma del amortiguamiento viscoso más el inherente.

C_S : coeficiente de respuesta sísmica.

W : peso sísmico efectivo.

Para hallar el cortante basal se requiere determinar el coeficiente de respuesta sísmica de acuerdo con el numeral 12.8.1.1 donde se establece que debe ser calculado como:

$$C_S = \frac{S_{DS}}{\frac{R}{I_e}} \quad (5-20)$$

donde,

R : coeficiente de disipación de energía.

S_{DS} : parámetro de aceleración en el rango de los periodos cortos.

I_e : factor de importancia, definido para este trabajo como 1.

El valor del coeficiente de respuesta sísmica (C_S) calculado de acuerdo con la ecuación presentada no debe ser superior a:

$$C_S \leq \frac{S_{D1}}{T * \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad \text{Para } T \leq T_L \quad (5-21)$$

$$C_S \leq \frac{S_{D1} * T_L}{T^2 * \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad \text{Para } T > T_L \quad (5-22)$$

C_S no puede ser menor que:

$$C_S \geq 0.044 S_{DS} * I_e \geq 0.01 \quad (5-23)$$

Adicionalmente, en estructuras en donde S_1 es igual o mayor que 0.6g, C_S no puede ser menor que:

$$C_S \geq 0.55 \frac{S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (5-24)$$

donde,

T : periodo fundamental de la estructura.

T_L : periodo de transición a la zona de periodos largos.

S_{D1} : parámetro de aceleración para un periodo de 1 segundo.

S_1 : parámetro de aceleración para un periodo de 1 segundo.

El cortante basal de la estructura por medio del análisis modal espectral (V_m) está en el apartado 18.7.1.2. de la ASCE 7-16 como:

$$V_m = C_{sm} * \bar{W}_m \quad (5-25)$$

y la combinación de estos no debe ser menor que V_{min} :

$$V \geq V_{min} \quad (5-26)$$

donde,

C_{sm} : coeficiente de respuesta sísmica para el modo analizado.

\bar{W}_m : peso sísmico efectivo para el modo analizado.

Este coeficiente de respuesta sísmica para cada modo se determina por:

$$C_{sm} = \left(\frac{R}{Cd} \right) * \frac{S_{DS}}{\Omega o B_{mD}} \quad \text{Para } T_m < T_s \quad (5-27)$$

$$C_{sm} = \left(\frac{R}{Cd} \right) * \frac{S_{D1}}{T_m * (\Omega o B_{mD})} \quad \text{Para } T_m \geq T_s \quad (5-28)$$

donde,

B_{mD} : coeficiente numérico de amortiguamiento.

T_m : periodo del modo de vibración analizado.

5.3.7 Verificación de la ductilidad.

Realizado el proceso, se verifica que el valor de ductilidad asignado en la sección 5.3.2. sea corresponda con:

$$\mu_D = \frac{D_{1D}}{D_Y} \geq 1 \quad (5-29)$$

donde,

μ_D : ductilidad efectiva demandada para el sismo de diseño.

D_{1D} : desplazamiento del último nivel en el centro de rigidez para la carga sísmica de diseño.

D_Y : desplazamiento del último nivel en el centro de rigidez en el punto de fluencia efectivo del sistema de resistencia sísmica.

$$\mu_M = \frac{D_{1M}}{D_Y} \geq 1 \quad (5-30)$$

donde,

μ_M : ductilidad efectiva demandada para el sismo máximo considerado.

D_{1M} : desplazamiento del último nivel en el centro de rigidez para la carga sísmica máxima.

D_Y : desplazamiento del último nivel en el centro de rigidez en el punto de fluencia efectivo del sistema de resistencia sísmica.

5.3.8 Verificación del comportamiento del disipador.

Por último, se verifica que los disipadores no fallen, ni para el sismo de diseño MCD, ni para el sismo extremo MCE.

5.4 Verificación de derivas

En las edificaciones analizadas los entrepisos se consideran como diafragmas rígidos. Para el cálculo de las derivas, la matriz φ se genera a partir de los datos de los modos de vibración que se obtienen del programa de análisis y se normaliza empleando la matriz de masa de forma que se cumpla la siguiente condición:

$$\{\varphi^i\}^T [M] \{\varphi^i\} = 1 \quad (5-31)$$

Los desplazamientos de la estructura para cada modo se determinan por medio de:

$$\{U_{mod}^i\} = \{\varphi^i\}(\eta_i)_{max} \quad (5-32)$$

donde,

$(\eta_i)_{max}$: valor del espectro de desplazamientos de la excitación amplificado por el coeficiente de participación.

$$(\eta_i)_{max} = \left| \alpha_i * \frac{1}{w_i^2} * S_a \right| \quad (5-33)$$

donde,

α_i : coeficientes de participación obtenidos de $\{\Phi^i\}^T [M] \{\lambda\}$.

w_i : frecuencias de vibración de cada modo.

S_a : aceleración obtenida del espectro para el periodo del modo.

Los desplazamientos máximos modales $\{U_{mod}^i\}$ se pueden conseguir matricialmente ubicando los valores de $(\eta_i)_{max}$ en la diagonal de una matriz cuadrada $[\Gamma_{mod}]$ y operando:

$$\{U_{mod}\} = \{\Phi\}[\Gamma_{mod}] \quad (5-34)$$

Siendo entonces $[\Gamma_{mod}]$ de la siguiente forma:

$$[\Gamma_{mod}] = \begin{bmatrix} (\eta_1)_{max} & 0 & 0 \\ 0 & (\eta_2)_{max} & 0 \\ 0 & 0 & (\eta_i)_{max} \end{bmatrix} \quad (5-35)$$

Obtenidos los desplazamientos máximos modales $\{U_{mod}^i\}$ se procede a combinar los modos por medio del método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) propuesto por (Rosenblueth, 1951), el cual obtiene el máximo valor de cualquier parámetro modal \bar{r} por medio de sus diferentes componentes modales máximas r_i :

$$\bar{r} \approx \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2} \quad (5-36)$$

5.5 Verificación final del diseño.

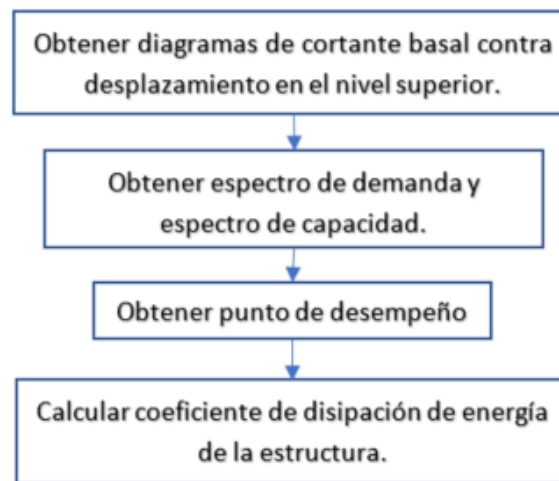
Después de tener la estructura verificada para los disipadores seleccionados y cumpliendo con el cortante basal mínimo requerido por la ASCE 7-16, se realiza nuevamente la verificación de diseño de los elementos del sistema de pórticos.

En este punto se debe tener especial cuidado de las solicitaciones inducidas por los disipadores a los elementos de los pórticos que hacen parte del sistema de disipación, ya que, los disipadores generan solicitaciones axiales y a cortante considerables sobre estos elementos. La verificación de diseño de estos elementos se presenta en los anexos.

5.6 Cálculo del coeficiente de disipación de energía

Teniendo la estructura verificada ante los requisitos de la NSR-10 y cumpliendo con los requisitos de la ASCE 7-16 para el sistema de disipación, se procede a realizar el análisis de plastificación progresiva de la estructura definitiva para obtener la curva de capacidad de la estructura siguiendo el procedimiento del diagrama de flujo en la Figura 5-10.

Figura 5-10: Diagrama de flujo de cálculo del coeficiente de disipación de energía



Elaboración propia.

Para el cálculo de R se debe convertir esta curva de capacidad a un modelo bilineal, a partir del cual se obtienen los valores de desplazamiento y cortante de fluencia para la estructura. Dependiendo del método de cálculo de R empleado se obtienen dos bilineales diferentes. Para la metodología de Mahoudi se utiliza una bilineal en la cual se considera una rigidez remanente durante el rango plástico, mientras que para la metodología de Abou-Elfath, Asgarian y Onuralp se emplea una bilineal perfectamente elastoplástica.

A partir de estas bilineales se calcula el valor del coeficiente para las cuatro metodologías presentadas en la sección 3.4. de este documento.

6. Definición de las características de las edificaciones y aplicación de la metodología de análisis y diseño.

A continuación, se presenta en detalle el análisis y diseño para el sentido X de la estructura de 16 niveles, de acuerdo con la metodología planteada en el capítulo anterior. Esta metodología se aplicó el análisis y diseño para las cuatro estructuras planteadas en concreto con arriostramientos restringidos al pandeo en sus dos direcciones ortogonales. Los resultados obtenidos para todas las estructuras en sus dos sentidos están recopilados en los anexos 1 al 4 y el análisis de su comportamiento y aspectos relevantes se presentan en el capítulo 7.

6.1 Definición de las características generales de las estructuras evaluadas

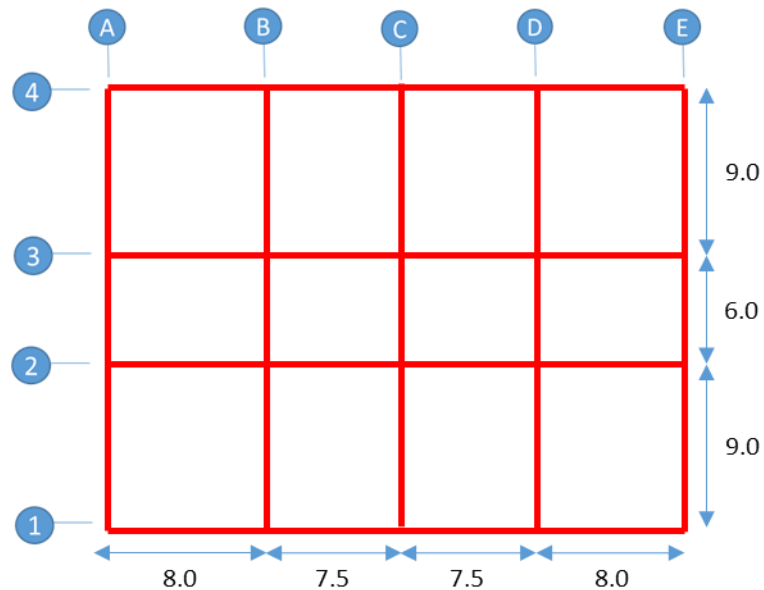
A continuación, se presentan las condiciones geométricas en altura y planta de las estructuras. Con el fin de obtener unos resultados que puedan ser comparables, se definió la misma configuración en planta para los cuatro edificios y se asignaron cargas sobreimpuestas y vivas basados en la configuración de edificios planteada por Ardila Valencia (Ardila Valencia, 2016) para evaluar el coeficiente de disipación de energía en un sistema estructural combinado de muros y pórticos de concreto.

6.1.1 Configuración geométrica

La configuración de pórticos en concreto utilizada tiene 4 vanos en el sentido X, con luces de 7.5 m en el centro y 8.0 m en los costados. En el sentido Y se tienen 3 vanos, con una luz de 6.0 m en el centro y 9.0 m en los costados, en la Figura 6-1 se muestra la configuración en planta empleada para las 4 edificaciones analizadas. Las cuales se

diferencian por su altura, tienen respectivamente 4, 8, 12 y 16 niveles con una altura de entrepiso de 3 m para todos los niveles.

Figura 6-1: Configuración en planta empleada en las edificaciones analizadas



Elaboración propia

6.1.2 Definición de materiales

Tabla 6-1: Propiedades de los materiales.

CONCRETO COLUMNAS Y VIGAS		ACERO REFUERZO		NÚCLEO DE ACERO DE LOS RPR	
f'_c [MPa]	f_y [MPa]	f_y [MPa]	28	f_y [MPa]	345
E_c [MPa]	E_s [MPa]	E_s [MPa]	24870	E_s [MPa]	200000

Elaboración propia

Se define para los pórticos en concreto reforzado trabajar con un concreto de $f'_c=28$ MPa y acero según la norma NTC-2289 y para los arriostramientos restringidos al pandeo el núcleo de acero en acero ASTM A5000 Grado C, sus propiedades se enumeran en la Tabla 6-1.

6.1.3 Evaluación de cargas

Luego del predimensionamiento, se asignan las cargas. Para esto se realizó un avalúo de cargas sobreimpuestas en cada nivel del edificio y la cubierta, como se presenta en la tabla Tabla 6-2.

La estructura se contempla para un uso de oficinas con una cubierta transitable con acceso al público para efectos de la definición de las cargas vivas.

Tabla 6-2: Avalúo de cargas.

	[kN/m ²]
Cielo Raso en PVC (e=15mm)	0.22
Loseta Superior	1.2
Viguetas	1.2
Acabados y mortero de nivelación	1.1
Muros interiores	2.5
Sobreimpuesta	6.22

Cielo Raso en PVC (e=15mm)	0.22
Loseta Superior	1.20
Viguetas	1.20
Acabados y mortero de nivelación	1.10
Impermeabilizante	0.10
Sobreimpuesta cubierta	3.82

	[kN/m ²]
Viva	2.0
Viva cubierta (Terraza)	2.0

Elaboración propia.

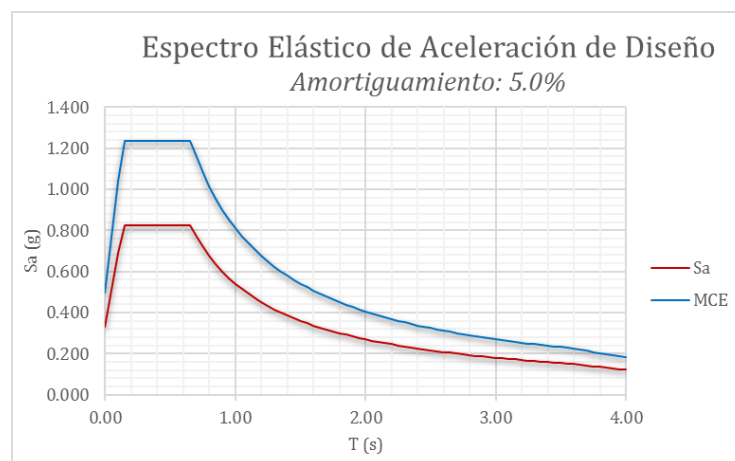
6.1.4 Carga sísmica

Las estructuras se localizan en zona de amenaza sísmica alta, dado que son oficinas, su grupo de uso corresponde a estructuras de ocupación normal con un coeficiente de importancia de uno. El espectro de diseño (MCD) y el espectro para el sismo máximo considerado (MCE) se presentan en la Figura 6-2 y los parámetros de sitio se relacionan en la Tabla 6-3.

Tabla 6-3: Espectro de diseño.

	NSR-10
Aa	0.30
Av	0.30
I	1.00
Fa	1.10
Fv	1.50
T _C	0.65
T _L	3.60
Ro	7.00

Elaboración propia.

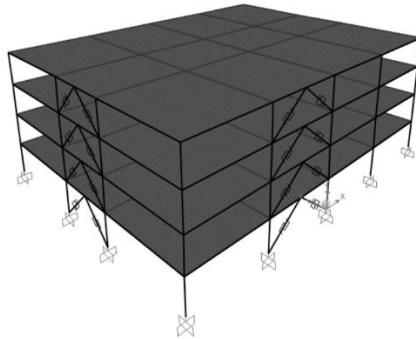
Figura 6-2: Espectro de diseño y espectro máximo considerado

Elaboración propia

6.1.5 Vista tridimensional de las estructuras analizadas

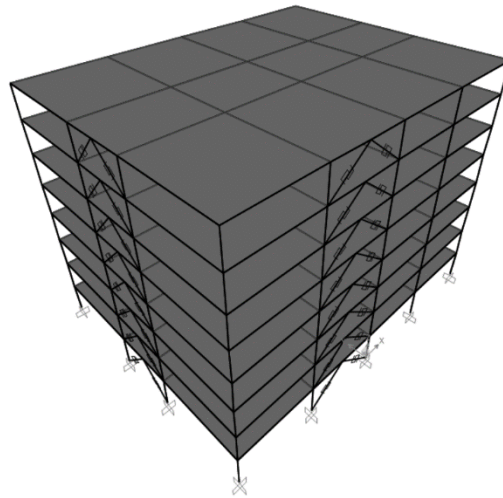
En las Figura 6-3 a la Figura 6-6 se presentan las vistas tridimensionales de la modelación realizada en el programa SAP2000 para las diferentes edificaciones analizadas de 4, 8, 12 y 16 pisos.

Figura 6-3: Vista tridimensional de la estructura de 4 niveles



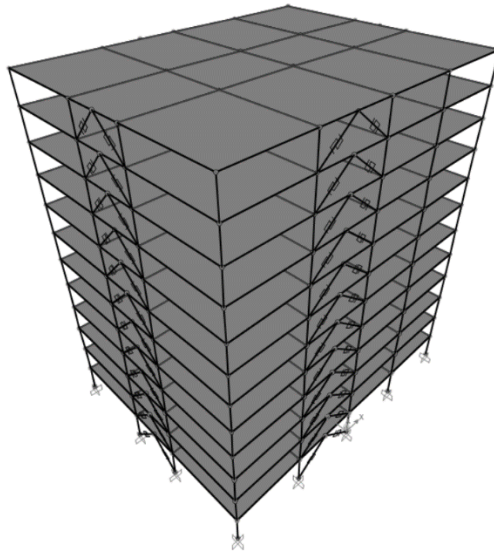
Elaboración propia

Figura 6-4: Vista tridimensional de la estructura de 8 niveles



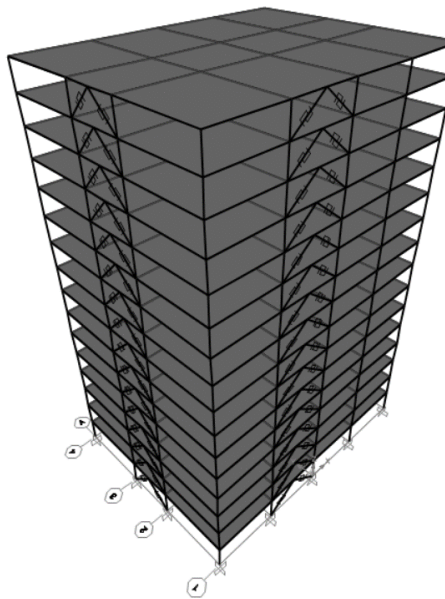
Elaboración propia

Figura 6-5: Vista tridimensional de la estructura de 12 niveles



Elaboración propia

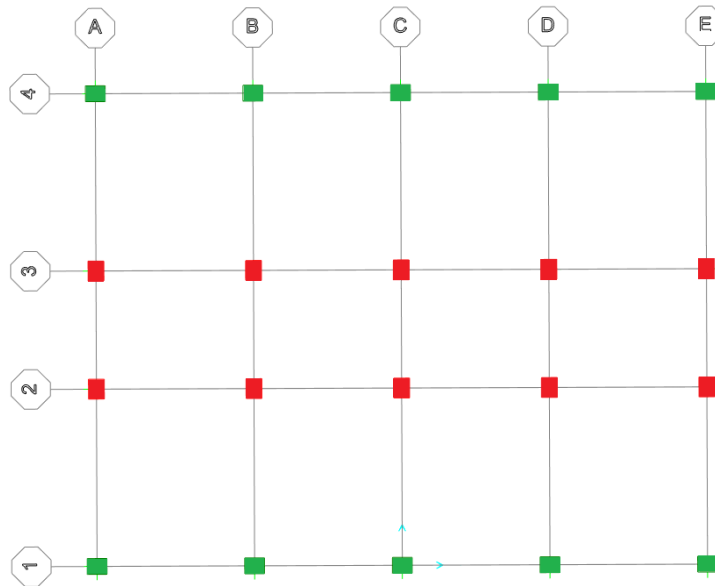
Figura 6-6: Vista tridimensional de la estructura de 16 niveles



Elaboración propia

Las columnas de los ejes 1 y 4 se orientaron en dirección X, mientras que las columnas de los ejes 2 y 3 se orientaron en dirección Y como se representa en la Figura 6-7.

Figura 6-7: Orientación de las columnas



Elaboración propia

El dimensionamiento de los elementos de resistencia sísmica se realizó para que el sistema de pórticos tenga la capacidad de soportar las cargas gravitacionales y el 75% de la carga sísmica, las dimensiones obtenidas para las secciones se presentan en la Tabla 6-4.

Tabla 6-4: Secciones para los elementos del sistema de resistencia sísmica (dimensiones en centímetros)

Estructura	Columnas Centrales	Columnas Laterales	Vigas
4 pisos	C60X50	C50X40	V60X30
8 pisos	C80X60	C70X50	V60X50
12 pisos	C90X70	C80X60	V60X50
16 pisos	C100X80	C90X70	V60X50

Elaboración propia

6.2 Análisis y diseño del sistema de pórticos

6.2.1 Verificación de irregularidades y coeficiente de disipación de energía

En planta se evidencia que la estructura no hay retrocesos en las esquinas, irregularidades en el diafragma, desplazamientos en los planos de acción o sistemas no paralelos, la verificación de irregularidad torsional se muestra para la estructura de 16 niveles en la Tabla 6-6 donde se aprecia que la estructura no tiene irregularidad torsional.

En altura no se hay irregularidades como: piso flexible, distribución de masa, irregularidad geométrica, desplazamientos dentro de los planos de acción de la carga o piso débil. Por lo tanto, se concluye que en la estructura analizada no presentan irregularidades en planta, como tampoco en altura.

Luego de identificar las irregularidades de la estructura, se realiza el cálculo del coeficiente de capacidad de disipación de energía. En este paso se evalúa un R_0 de 7, según la tabla 12.2-1 de la ASCE 7-16. Teniendo en cuenta que la estructura es regular no se aplica ningún factor de reducción.

Tabla 6-6: Irregularidades en planta

SISMO X				SISMO Y			
PUNTO	Δ_x [m]	Δ_y [m]	Δ [m]	PUNTO	Δ_x [m]	Δ_y [m]	Δ [m]
16	0.33164	0.03653	0.33365	16	0.03524	0.37997	0.38160
79	0.33174	0.03653	0.33374	79	0.03525	0.37997	0.38160
352	0.33164	0.03656	0.33365	352	0.03524	0.38030	0.38193
415	0.33174	0.03656	0.33375	415	0.03525	0.38030	0.38193

Irregularidad Torsional en Y						
PUNTOS	Δ_1 [m]	Δ_2 [m]	criterios		VERIFICACIÓN	
			Criterio 1	Criterio 2		
			1.2 (D1+D2)/2	1.4 (D1+D2)/2	1aP	1bP
16-79	0.33365	0.33374	0.40044	0.46717	Ok!!!	Ok!!!
79-352	0.33374	0.33365	0.40044	0.46718	Ok!!!	Ok!!!
352-415	0.33365	0.33375	0.40044	0.46718	Ok!!!	Ok!!!
415-16	0.33375	0.33374	0.40049	0.46724	Ok!!!	Ok!!!

<i>Irregularidad Torsional en X</i>						
PUNTOS	Δ_1 [m]	Δ_2 [m]	criterios		VERIFICACIÓN	
			Criterio 1	Criterio 2		
			1.2 (D1+D2)/2	1.4 (D1+D2)/2	1aP	1bP
16-79	0.38160	0.38160	0.45792	0.53424	Ok!!!	Ok!!!
79-352	0.38160	0.38193	0.45812	0.53447	Ok!!!	Ok!!!
352-415	0.38193	0.38193	0.45832	0.53471	Ok!!!	Ok!!!
415-16	0.38193	0.38160	0.45812	0.53447	Ok!!!	Ok!!!

Según lo anterior NO se presenta Irregularidad Torsional.

Torsión Accidental

dmax_x		dmax_y	
[m]= 0.33375		[m]= 0.38193	
1.2dprom= 0.400		1.2dprom= 0.458	
Ay= 1.000		Ax= 1.000	
Torsión y		Torsión x	
= 5.0%		= 5.0%	

Elaboración propia

Tabla 6-7: Coeficiente de capacidad de disipación de energía

- Capacidad de disipación de energía

Acorde con el sistema estructural y la zona de amenaza sísmica permitida se tiene:

DES Ro =	7.00
-----------------	-------------

- Cálculo de irregularidades

Acorde con la NSR-10 Tabla A.3-6 y A.3-7, las irregularidades que existe para la estructura son:

REDUNDANCIA		SI / NO
Ausencia de Redundancia		NO
	$\Phi_r =$	1.00

IRREGULARIDADES EN PLANTA		SI / NO
Irregularidad Torsional		NO
Retrocesos en las Esquinas		NO
Irregularidad en Diafragma		NO
Desplazamiento en plano de acción		NO
Sistemas No Paralelos		NO
	$\Phi_P =$	1.0

IRREGULARIDADES EN ALTURA	SI / NO
Piso Flexible	NO
Distribución de Masa	NO
Geométrica	NO
Desplazamiento en el Plano de Acción	NO
Piso Débil	NO
$\Phi_a =$	1.0

- Coeficiente de Disipación de Energía (R)

$R = R_o \Phi_r \times \Phi_a \times \Phi_p =$	7.00
--	------

Se tiene en cuenta una Torsión accidental del 5% en X y del 5% en Y según A.3.6.7.1 de la NSR-10.

Elaboración propia

6.2.2 Verificación de cortante basal

De acuerdo con los requisitos en el título A de la NSR-10 se debe verificar que el periodo fundamental de la estructura en cada dirección sea menor que el periodo obtenido por $Cu \cdot Ta$. Para la estructura de 16 niveles se tiene un periodo en el modo fundamental de 1.82 segundos, el cual es menor al periodo que se encuentra por el análisis de $Cu \cdot Ta$ que es de 1.85 segundos. Luego se determina el cortante sísmico de la base en cada dirección. En la Tabla 6-8 se presentan los valores de los periodos, la verificación que la rigidez de la estructura sea mayor a la impuesta por $CuTa$ y el cortante basal por FHE para cada una de las direcciones de análisis.

Tabla 6-8: Análisis de periodos en cada dirección

Según el análisis modal se tiene que:

T1 [seg]	1.82
----------	------

T2 [seg]	1.68
----------	------

Norma NSR - 10 ; Cap. A.4

Ct	0.047
α	0.90
Ta [seg]	1.53
Cu	1.21
$Cu \cdot Ta$ [seg]	1.85

s/n A.4.2-3

Periodos Definitivos en Cada Dirección

	T [seg]	Sa NSR-10	K	Vs
Y	1.82	0.30	1.66	34411.21
X	1.68	0.32	1.59	37372.35

Elaboración propia

Posteriormente, se realiza el análisis por fuerza horizontal equivalente de la distribución por nivel.

Tabla 6-9: Solicitación sísmica en X por fuerza horizontal equivalente

ANALISIS SISMICO NSR-10 (DIRECCIÓN X)

Nivel	W [kN]	h [m]	h acum. [m]	W* h_{acm}^K	Cv	Fi [kN]
STORY16	5580.00	3.00	48.00	3455440	0.121	4151.59
STORY15	7365.00	3.00	45.00	4097297	0.143	4922.76
STORY14	7365.00	3.00	42.00	3653764	0.128	4389.87
STORY13	7365.00	3.00	39.00	3230685	0.113	3881.55
STORY12	7365.00	3.00	36.00	2828581	0.099	3398.44
STORY11	7365.00	3.00	33.00	2448031	0.085	2941.22
STORY10	7365.00	3.00	30.00	2089683	0.073	2510.68
STORY9	7365.00	3.00	27.00	1754266	0.061	2107.69
STORY8	7365.00	3.00	24.00	1442619	0.050	1733.25
STORY7	7365.00	3.00	21.00	1155713	0.040	1388.55
STORY6	7365.00	3.00	18.00	894702	0.031	1074.95
STORY5	7365.00	3.00	15.00	660982	0.023	794.15
STORY4	7365.00	3.00	12.00	456311	0.016	548.24
STORY3	7365.00	3.00	9.00	283001	0.010	340.02
STORY2	7365.00	3.00	6.00	144335	0.005	173.41
STORY1	7365.00	3.00	3.00	45654	0.002	54.85
Σ =	116055			28641065	1.000	34411.21

Elaboración propia.

Posteriormente, se revisa que el cortante basal obtenido a través del análisis modal espectral sea mayor al 80% del cortante determinado por fuerza horizontal equivalente como se aprecia en la Tabla 6-10 para la dirección X.

Tabla 6-10: Análisis espectral

	Sismo X			Verificación FHE		
	Vx Sx [kN]	VySx [kN]	V Sx [kN]	.8Vsx [kN]	Factor de mayoración	
Sismo	31157,378	0,012	31157,38	29897,883	1,00	

Elaboración propia

Dado que el cortante basal por análisis espectral es superior al 80% del cortante sísmico en la base por fuerza horizontal no se requiere aplicar un factor de ajuste a la carga sísmica.

6.2.3 Participación modal

Para el edificio analizado en la Tabla 6-11 se verifica que la participación de masa en cada dirección de la estructura es mayor al 90% de la masa efectiva de la estructura.

Tabla 6-11: Participación modal

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	1.821	0.000	0.757	0.00	0.76
2	1.677	0.768	0.000	0.77	0.76
3	1.345	0.000	0.000	0.77	0.76
4	0.575	0.000	0.126	0.77	0.88
5	0.536	0.119	0.000	0.89	0.88
6	0.429	0.000	0.000	0.89	0.88
7	0.314	0.000	0.042	0.89	0.93
8	0.298	0.042	0.000	0.93	0.93
9	0.238	0.000	0.000	0.93	0.93
10	0.212	0.000	0.022	0.93	0.95
11	0.202	0.021	0.000	0.95	0.95
12	0.177	0.000	0.000	0.95	0.95

Ok!!!

Elaboración propia

6.2.4 Índice de estabilidad

En la Tabla 6-12 se muestran los resultados obtenidos para la estructura evaluada.

Tabla 6-12: Índice de estabilidad

	Pi [kN]	Vi [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY16	7068,00	4391,93	3,00	0,008	0,004	Ok
STORY15	15921,00	9623,98	3,00	0,011	0,006	Ok
STORY14	24774,00	14312,94	3,00	0,013	0,008	Ok
STORY13	33627,00	18481,18	3,00	0,015	0,009	Ok
STORY12	42480,00	22151,77	3,00	0,017	0,011	Ok
STORY11	51333,00	25348,53	3,00	0,019	0,013	Ok
STORY10	60186,00	28096,17	3,00	0,021	0,015	Ok
STORY9	69039,00	30420,38	3,00	0,022	0,017	Ok
STORY8	77892,00	32348,01	3,00	0,024	0,019	Ok
STORY7	86745,00	33907,22	3,00	0,025	0,021	Ok
STORY6	95598,00	35127,79	3,00	0,026	0,024	Ok
STORY5	104451,00	36041,46	3,00	0,026	0,025	Ok
STORY4	113304,00	36682,45	3,00	0,025	0,026	Ok
STORY3	122157,00	37088,33	3,00	0,024	0,026	Ok
STORY2	131010,00	37301,48	3,00	0,021	0,025	Ok
STORY1	139863,00	37372,35	3,00	0,012	0,015	Ok

Elaboración propia

Verificación de piso restringido al desplazamiento lateral

En la Tabla 6-13 se genera la verificación de piso restringido al desplazamiento para la estructura de 16 niveles en el sentido X, donde se evidencia que el índice de estabilidad es menor al 5% en todos los niveles de la estructura, por lo tanto, no se requiere tener en cuenta la no linealidad geométrica en el análisis de la estructura. Esta verificación se hace en las 2 direcciones.

Tabla 6-13: Verificación de restricción al desplazamiento lateral

	Pu [kN]	Vu [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY16	8184,00	1238,27	3,00	0,003	0,006	arriostrado
STORY15	18510,00	2622,94	3,00	0,004	0,009	arriostrado
STORY14	28836,00	3703,46	3,00	0,005	0,012	arriostrado
STORY13	39162,00	4497,76	3,00	0,005	0,016	arriostrado
STORY12	49488,00	5078,75	3,00	0,006	0,020	arriostrado
STORY11	59814,00	5516,78	3,00	0,007	0,024	arriostrado
STORY10	70140,00	5858,73	3,00	0,007	0,029	arriostrado
STORY9	80466,00	6150,95	3,00	0,008	0,034	arriostrado
STORY8	90792,00	6449,18	3,00	0,008	0,039	arriostrado
STORY7	101118,00	6791,49	3,00	0,009	0,044	arriostrado
STORY6	111444,00	7181,64	3,00	0,009	0,047	arriostrado
STORY5	121770,00	7606,20	3,00	0,009	0,049	arriostrado

	Pu [kN]	Vu [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY4	132096,00	8046,90	3,00	0,009	0,048	arriostrado
STORY3	142422,00	8461,01	3,00	0,008	0,047	arriostrado
STORY2	152748,00	8764,60	3,00	0,008	0,044	arriostrado
STORY1	163074,00	8888,11	3,00	0,004	0,025	arriostrado

Elaboración propia

6.2.5 Diseño de los elementos del sistema de resistencia a fuerzas sísmicas

El refuerzo mínimo requerido para la estructura de 16 pisos se presenta en la Tabla 6-14. La nomenclatura de las vigas se encuentra de acuerdo con la tipificación presentada en la Figura 6-8.

Tabla 6-14: Prediseño de vigas

Elemento	zona	Pisos 1 a 4		Pisos 5 a 8		Pisos 9 a 12		Pisos 13 a 16		Cortante
		inferior	superior	inferior	superior	inferior	superior	inferior	superior	
VG-1	inicio	5#5	5#7	5#5	5#7	5#5	5#6	5#5	5#6	3 ramas #3 cada 12 cm
	fin	5#5	5#7	5#5	5#7	5#5	5#5	5#5	5#5	
VG-2	inicio	6#10	6#10	6#10	6#10	6#10	6#10	6#8	6#8	3 ramas #3 cada 12 cm
	fin	6#10	6#10	6#10	6#10	6#10	6#10	6#8	6#8	
VG-3	inicio	5#5	5#6	5#5	5#6	5#5	5#6	5#5	5#5	3 ramas #3 cada 12 cm
	fin	5#5	5#6	5#5	5#6	5#5	5#5	5#5	5#5	
VG-4	inicio	5#5	5#6	5#5	5#6	5#5	5#5	5#5	5#5	3 ramas #3 cada 12 cm
	fin	5#5	5#6	5#5	5#6	5#5	5#6	5#5	5#5	
VG-5	inicio	6#10	6#10	6#10	6#10	6#10	6#10	6#8	6#8	3 ramas #3 cada 12 cm
	fin	6#10	6#10	6#10	6#10	6#10	6#10	6#8	6#8	
VG-6	inicio	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	4 ramas #4 cada 12 cm
	fin	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	
VG-7	inicio	5#5	5#6	5#5	5#6	5#5	5#6	5#5	5#5	3 ramas #3 cada 12 cm
	fin	5#5	5#6	5#5	5#6	5#5	5#5	5#5	5#5	
VG-8	inicio	5#6	5#7	5#6	5#7	5#5	5#6	5#5	5#5	3 ramas #3 cada 12 cm
	fin	5#6	5#7	5#6	5#7	5#5	5#6	5#5	5#5	
VG-9	inicio	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	4 ramas #4 cada 12 cm
	fin	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	14#8	

Elaboración propia

El refuerzo de las columnas se puede apreciar en la Tabla 6-15, clasificadas en tres tipos: las columnas centrales y las columnas laterales que son parte del sistema de resistencia, y las columnas del sistema de disipación, las cuales conforman los pórticos con las RPR.

Tabla 6-15: Prediseño de columnas

Sección	Nivel	Refuerzo a cortante		Refuerzo longitudinal	
		V2	V3	Cuantía	refuerzo
Centrales 80x100	Pisos 1 a 4	5 ramas #4	6 ramas #4	1.90%	40#7
	Pisos 5 a 8	5 ramas #4	6 ramas #4	1.00%	40#5
	Pisos 9 a 12	5 ramas #4	6 ramas #4	1.00%	40#5
	Pisos 13 a 16	5 ramas #4	6 ramas #4	1.00%	40#5
Laterales 70x90	Pisos 1 a 4	5 ramas #4	6 ramas #4	1.00%	32#5
	Pisos 5 a 8	5 ramas #4	6 ramas #4	1.00%	32#5
	Pisos 9 a 12	5 ramas #4	6 ramas #4	1.00%	32#5
	Pisos 13 a 16	5 ramas #4	6 ramas #4	1.00%	32#5
Sistema de disipación 70x90	Pisos 1 a 4	5 ramas #4	6 ramas #4	3.70%	14#10+18#9
	Pisos 5 a 8	5 ramas #4	6 ramas #4	3.70%	14#10+18#9
	Pisos 9 a 12	5 ramas #4	6 ramas #4	3.70%	14#10+18#9
	Pisos 13 a 16	5 ramas #4	6 ramas #4	3.70%	14#10+18#9

Elaboración propia

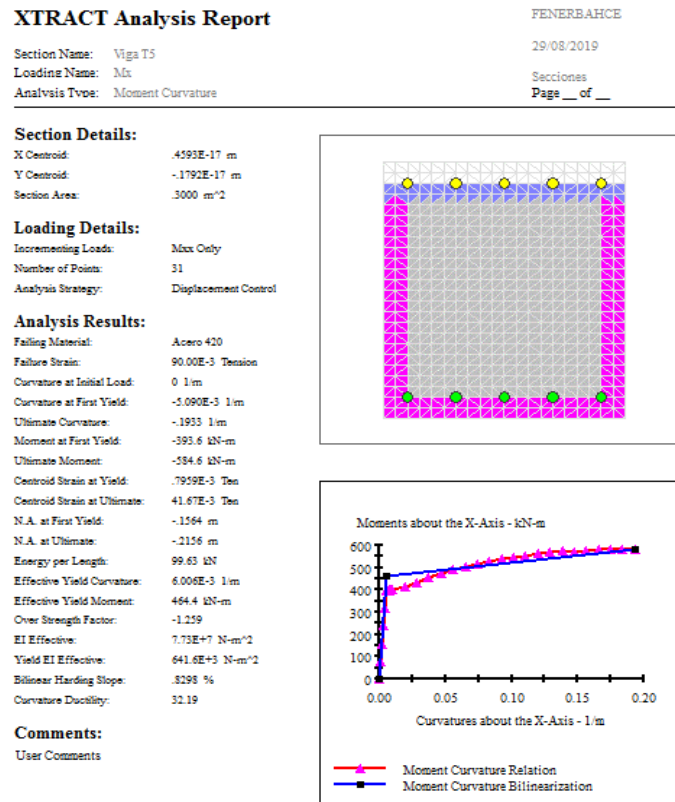
6.3 Aplicación de la metodología de enfoque en deriva de fluencia constante de Oviedo et al. (2010)

6.3.1 Análisis de plastificación progresiva

Como ejemplo para indicar la definición de las rótulas en el software de diseño en las vigas se desarrolla el análisis de la rótula para la sección de las vigas del sistema de resistencia sísmica con un refuerzo superior e inferior de 5#7. De la misma forma como ejemplo para las columnas se muestra la definición de la rótula para la columna central entre piso uno y cuatro con una sección de 100x80 y un refuerzo principal con una cuantía del 1,90%.

Para este proceso se debe realizar la definición de materiales, geometría y refuerzos en el programa Xtrac, del cual se obtiene el diagrama momento curvatura como se muestra en Figura 6-9.

Figura 6-9: Definición del comportamiento momento curvatura en vigas.



Elaboración propia.

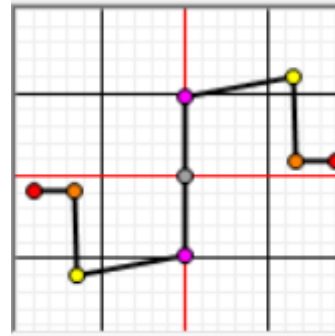
En la Figura 6-9 se aprecia que la sección tiene un momento de fluencia de 464,4 kN.m, un momento último de 584,6 kN.m y la curvatura última de la sección de 0,1933 1/m. A partir de estos datos se obtienen los valores requeridos de las rótulas para ser ingresados en el programa SAP2000, en el cual se define la rótula por medio de 5 puntos del diagrama momento contra rotación como se presentan en la Tabla 6-16.

El punto inicial (gris) representa el estado sin carga de la estructura, con un momento y rotación igual a 0, el punto de fluencia (violeta) se encuentra ubicado en el momento de fluencia y para rotación tomada como 0 por SAP2000 al ser despreciable, el punto de momento máximo (amarillo) corresponde al momento y curvatura máxima de la estructura, así mismo, se tienen 2 puntos adicionales (naranja y rojo) que contemplan una capacidad remanente luego de la falla hasta llegar al punto de falla (rojo).

Tabla 6-16: Definición de rotulas de viga en SAP2000.

Momento de fluencia	464.4 kN*m
---------------------	------------

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0.2	-0.0812
D-	-0.2	-0.059
C-	-1.26	-0.058
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1.26	0.058
D	0.2	0.059
E	0.2	0.0812



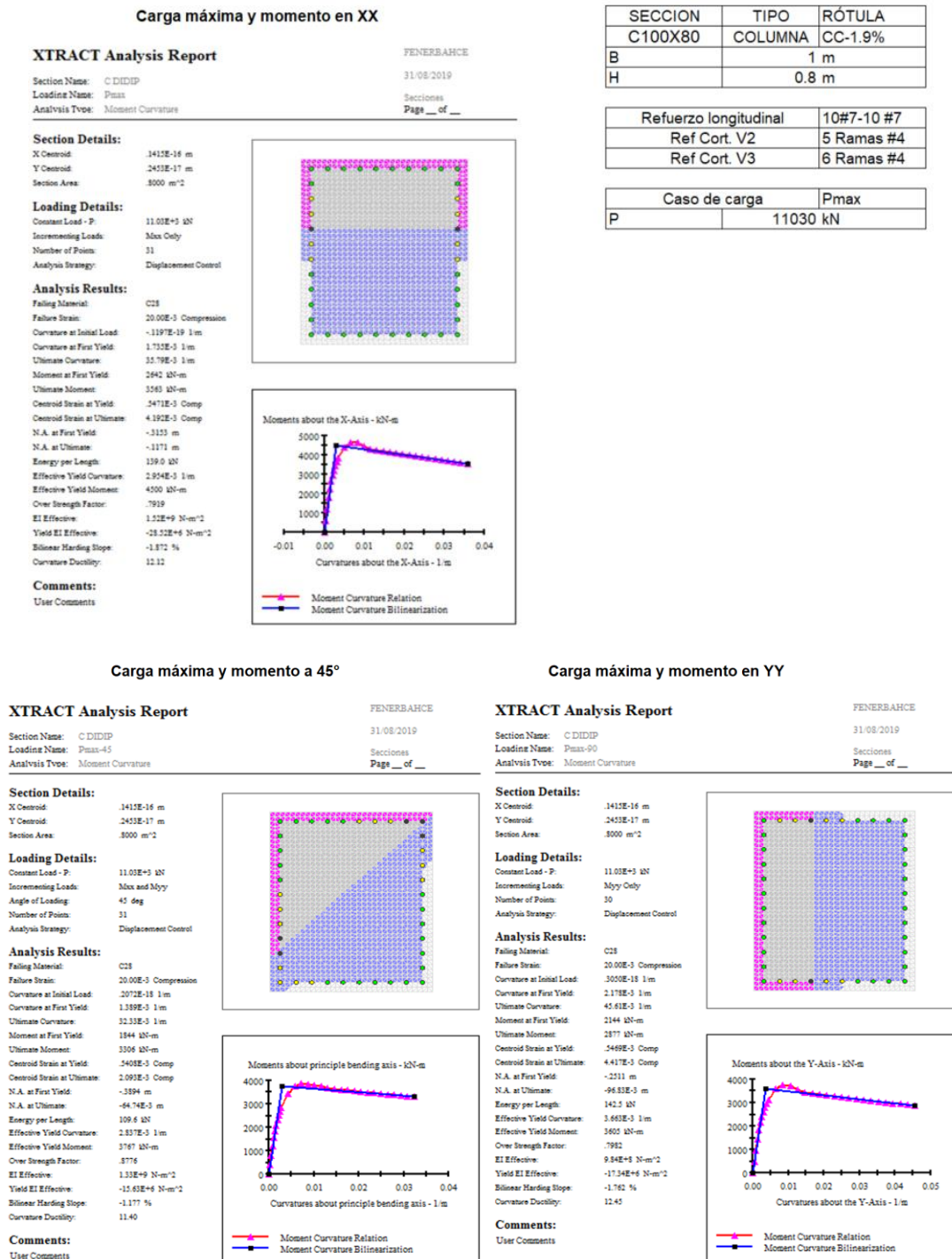
Elaboración propia

Como en columnas se evalúa un comportamiento a flexo compresión en varias direcciones, se deben considerar por lo menos dos casos de carga axial, con diferentes inclinaciones generando un diagrama tridimensional de rotulación, por lo que se evalúa para una inclinación de 0°, 45° y 90° con respecto al eje X del elemento.

Por lo anterior, se requieren 6 análisis en el programa Xtrac para la definición de una columna a flexocompresión que se encuentre trabajando en diferentes direcciones, a continuación se presenta este análisis para la columna central entre pisos 1 a 4 con una sección de 100x80 y una cuantía de 1,90%.

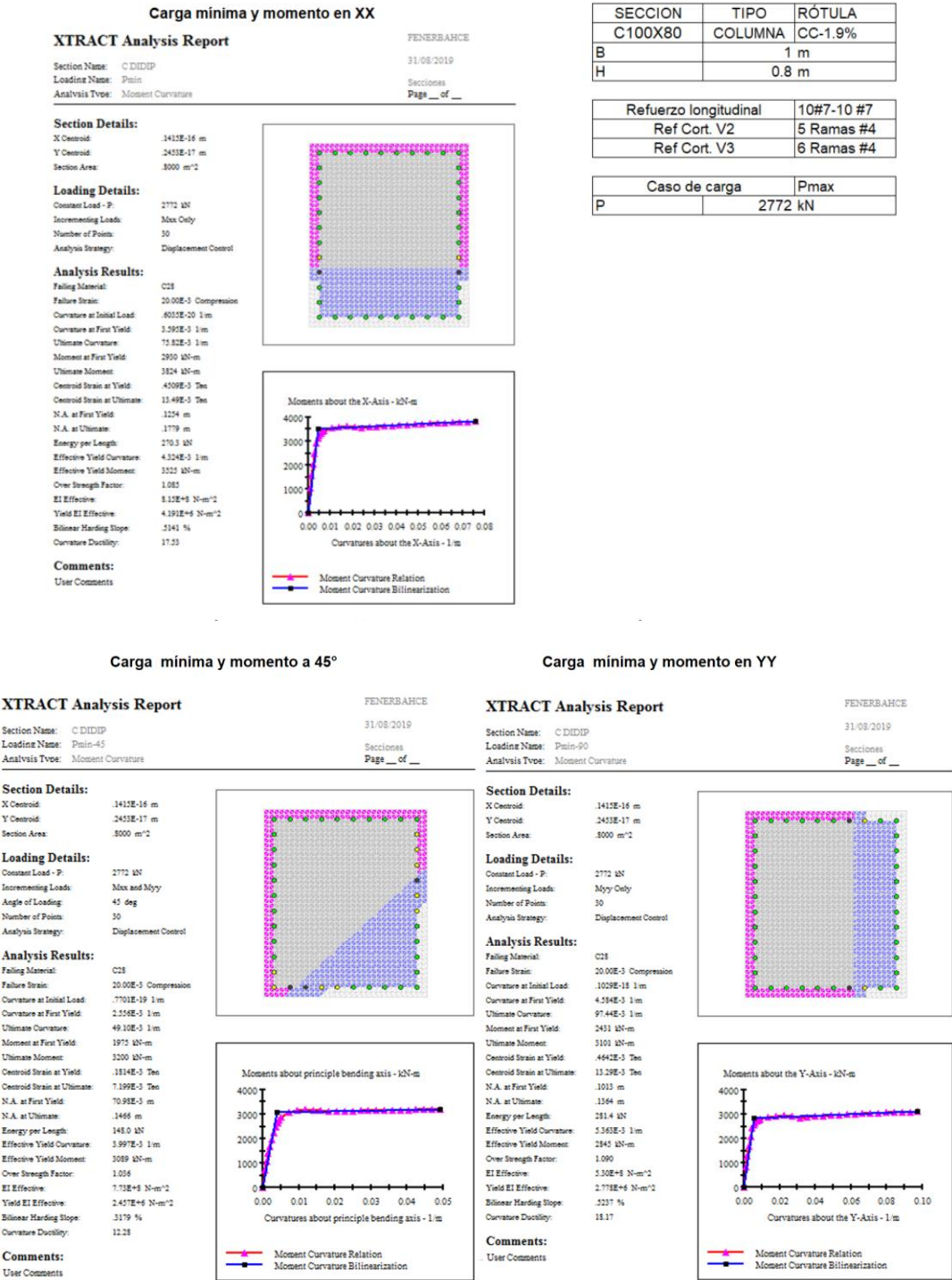
En la Figura 6-10 se muestran los análisis para carga máxima analizada a compresión de 11030 kN, para cada una de las 3 inclinaciones de aumento de sollicitación de momento analizada. En la Figura 6-11 se presenta el análisis para las 3 direcciones en el caso de la carga mínima a compresión analizada de 2772kN.

Figura 6-10: Definición del comportamiento momento curvatura en columnas para Pmax.



Elaboración propia.

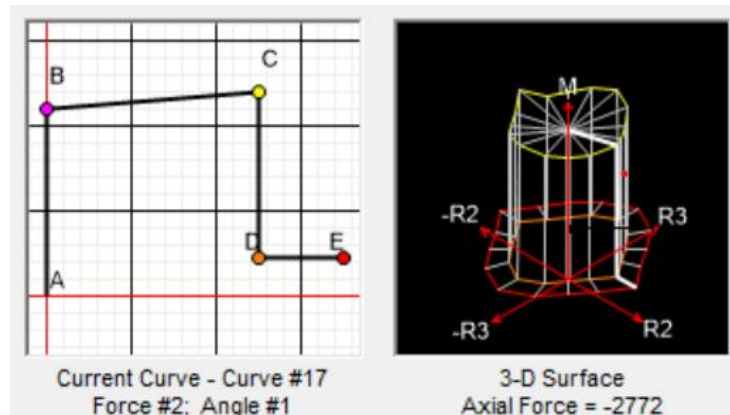
Figura 6-11: Definición del comportamiento momento curvatura en columnas para Pmin.



Elaboración propia.

De igual manera que en las vigas, para definir la rótula en columnas se toman los 5 valores significativos ya explicados para la Tabla 6-16. En la Figura 6-12 se presenta el diagrama de rotulación generando la superficie tridimensional por el comportamiento de flexocompresión.

Figura 6-12: Definición de los puntos de definición de rótula en el programa SAP2000 para columnas.



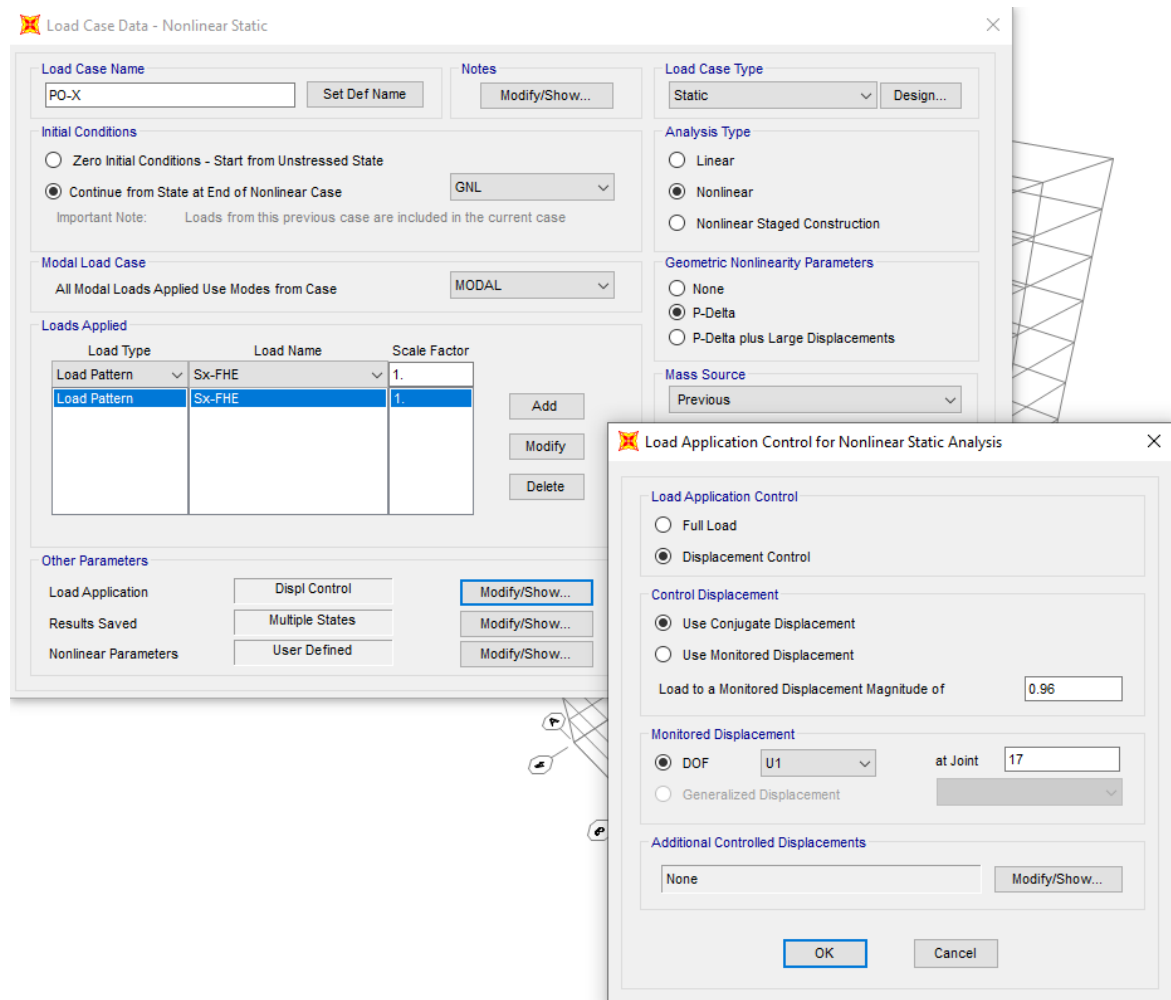
Elaboración propia

Luego de definir las propiedades no lineales para cada uno de los elementos de la estructura, se debe asignar la carga sísmica en el programa de análisis como un caso de carga estático no lineal, como se muestra en la Figura 6-13 para el sentido X.

La carga sísmica se define a partir de una condición inicial de carga que presenta las condiciones carga gravitacional de la estructura antes del sismo, a la cual se le define como GNL (gravitacional no lineal).

Como patrón de carga se toma “Sx-FHE”, el cual corresponde a la fuerza horizontal equivalente en el sentido x, de esta forma se genera un incremento progresivo con la distribución de carga del modo fundamental controlando el desplazamiento del nodo 17 correspondiente a un nudo de la cubierta, hasta que este llegue a un desplazamiento de 0,96 m correspondiente a un 2% de la altura de la estructura.

Aun cuando no se requiere tener en cuenta la no linealidad geométrica para las estructuras evaluadas en el presente trabajo, se consideran los efectos de P-delta en el análisis de plastificación progresiva.

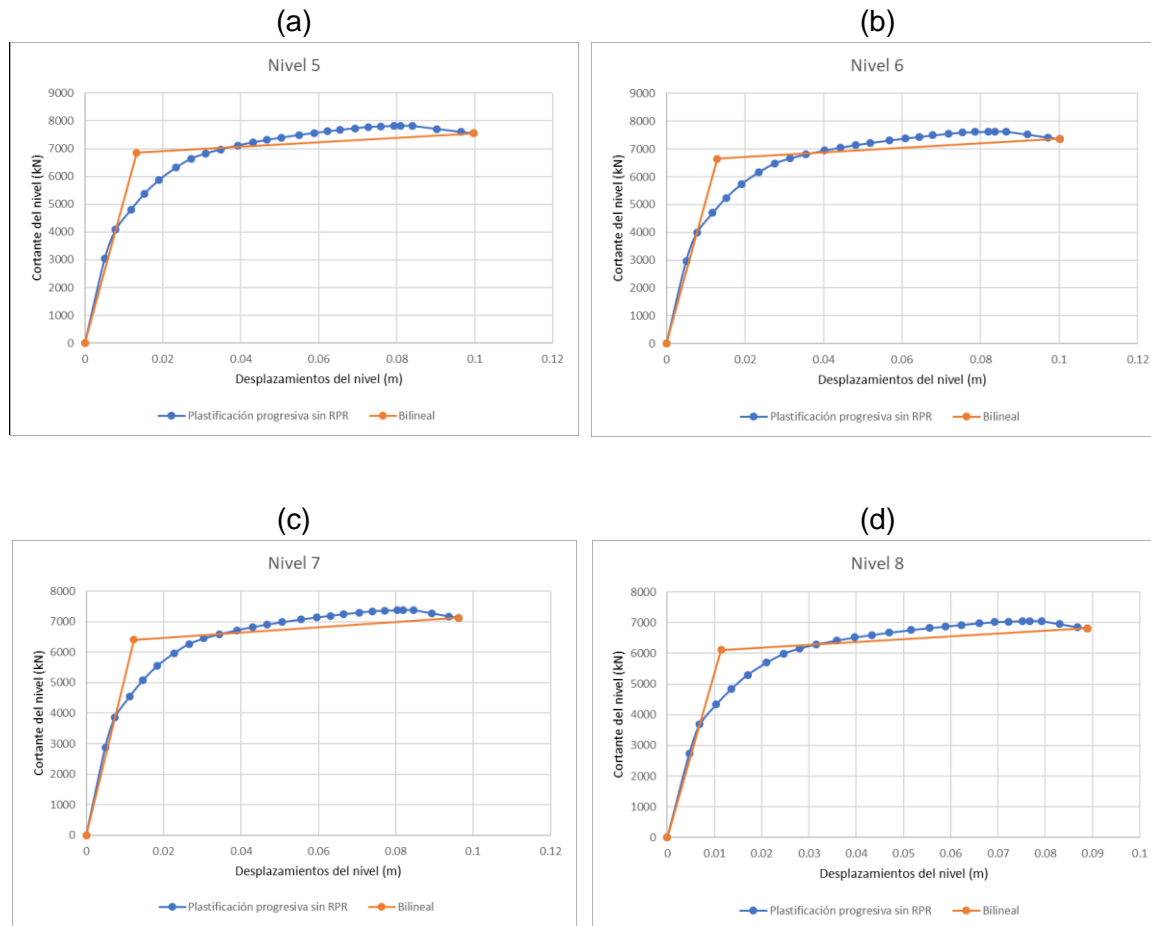
Figura 6-13: Definición del caso de carga-Sentido x

Elaboración propia a partir de SAP2000.

6.3.2 Análisis del comportamiento de la estructura sin disipadores

Con el fin de ilustrar el diseño de los disipadores se analizan las curvas de plastificación y la bilineal generada para los pisos 5 al 8 del edificio de 16 niveles mostradas en la Figura 6-14. A partir de esta bilineal, se definen el cortante de fluencia de la estructura sin disipadores (Q_{FY}) y el desplazamiento de fluencia de la estructura sin disipadores (Δ_{FY}) para cada nivel respectivamente.

Figura 6-14: Plastificación progresiva por nivel de los pisos 5 a 8 sin disipadores-Sentido X



Elaboración propia.

Una vez se establece el punto de fluencia para cada nivel de la estructura, se determina la relación de deriva (ν) como 0,30 y la relación de resistencia pórtico/disipador (β) como 0,35 para las estructuras analizadas. A partir de estas relaciones se define el desplazamiento y cortante de fluencia por nivel objetivo para el sistema de disipación como se muestra en la Tabla 6-17.

Tabla 6-17: Valores de interacción entre el sistema de disipación y el sistema de resistencia a las fuerzas sísmicas para el sentido X (Piso 5 al 8).

	N5	N6	N7	N8
Δ_{FY} [m]	0.0133	0.0129	0.0123	0.0114
Q_{FY} [kN]	6849.2791	6646.3729	6404.9164	6113.7853
K_{eq} [kN/m]	514967.9374	513658.9707	522209.8054	534984.9162

ν	0.3	β	0.35
-------	-----	---------	------

	N5	N6	N7	N8
Δ_{DY} [mm]	3.9901	3.8818	3.6795	3.4284
Q_{DY} [kN]	3688.1	3578.8	3448.8	3292.0
K_D objetivo [kN/m]	924301.4	921952.0	937299.7	960229.3

Elaboración propia.

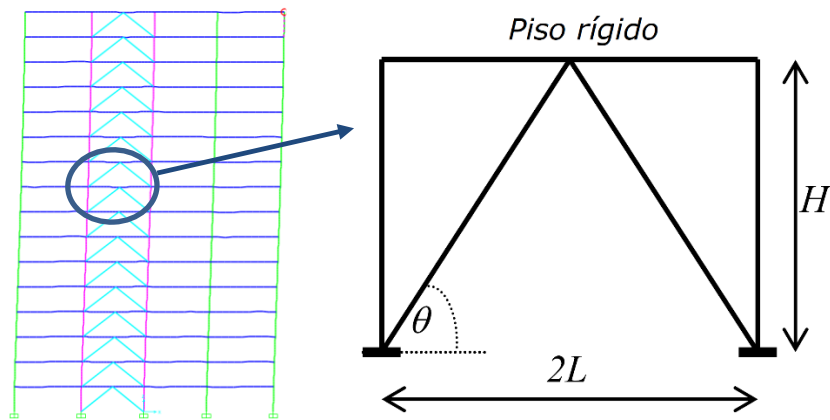
6.3.3 Diseño de los arriostramientos restringidos al pandeo.

Luego de establecer el comportamiento a la fluencia requerido para el sistema de disipación para cada nivel, se procede a realizar el diseño de estos elementos, para esto se tipifica por cada 4 niveles un tipo de disipador, obteniendo para la estructura de 16 pisos un total de 8 configuraciones de disipadores, 4 tipos por cada sentido, distribuidos en altura del nivel 1 al 4, 5 al 8, 9 al 12 y del 13 al 16. Como ejemplo se muestra el diseño del disipador del nivel 5 al 8 en el sentido X en la Tabla 6-18.

En la dirección X se disponen los disipadores en una configuración de V invertida, presentándose dos disipadores por vano. Se generan disipadores sobre los vanos centrales de los ejes de fachada, con lo cual se disponen 4 disipadores trabajando por piso, la configuración de estos disipadores en el pórtico es en V invertida como se muestra en la Figura 6-15, con un h de 3 m que representa la altura entre niveles y un L de 3,75 m correspondiente a la mitad de la luz del vano.

Como criterio de diseño se busca un disipador que genere una rigidez en el sistema de disipación no menor a la rigidez del sistema de disipación objetivo definida para un $\nu = 0.3$ y un $\beta = 0.35$. Como se indica en la Tabla 6-18 para el sentido en X en los pisos 5 al 8 se define una longitud de 2,50 m de la zona con plastificación y un área del núcleo de 3300 mm².

Figura 6-15: Configuración de las RPR en el pórtico.



Elaboración propia.

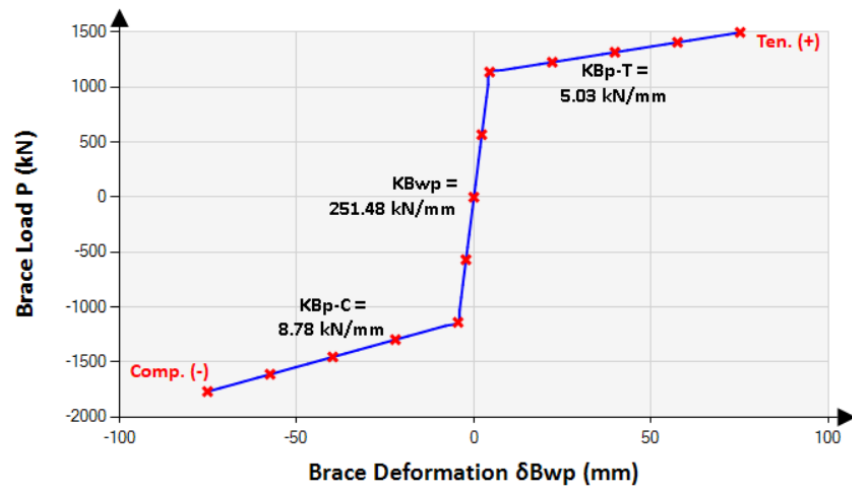
Tabla 6-18: Definición de los disipadores en el sentido X (Piso 5 al 8)

	N5	N6	N7	N8
L_p [m]	2.500	2.500	2.500	2.500
A_p [mm ²]	3300.0	3300.0	3300.0	3300.0
K_{bp} [kN/m]	264000	264000	264000	264000
T_Y [kN]	1137.6	1137.6	1137.6	1137.6
Δ_{bp} [mm]	4.31	4.31	4.31	4.31
L_{be} [m]	1.151	1.151	1.151	1.151
K_{beq} [kN/m]	244449.85	244449.85	244449.85	244449.85
K_D [kN/m]	977799.39	977799.39	977799.39	977799.39

Elaboración propia.

A partir de la geometría definida manualmente se utiliza el software Riostra F'c-BRB (de distribución libre) para obtener los parámetros mecánicos finales de los disipadores, que se señalan en la Figura 6-16. Se observa que la rigidez del disipador en el rango elástico es apenas un 2,8% superior a la calculada en la predimensión del elemento.

Figura 6-16: Propiedades mecánicas de las riostras de pandeo restringido- para los pisos 5 a 8 en el sentido X



BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	16Px5-8	Le1:	250 mm
H:	3'000 mm	Le2:	250 mm
L:	3750 mm	Lp:	2'500 mm
E:	200'000 MPa	λ_p :	0.71 ✓
Lb:	3500 mm ✓	α_1 :	11.52 ✓
ϵ_p :	0.0200	α_2 :	11.52 ✓
λ_1 :	.0714	Py:	1'138 kN
λ_2 :	.0714	θ :	39 °
Ae1:	38'000 mm ²	$\delta B-\epsilon_p$:	50.16 mm
Ae2:	38'000 mm ²	$\Delta B-\epsilon_p$:	64.23 mm
Ap:	3300 mm ²	Lwp:	4'802 mm
Fysc:	344.73 MPa	Lc:	651 mm ✓
α_c :	35.00	λ_c :	0.19
Theoretical Total Elastic Stiffness		$\Sigma \lambda$: 1.37 Ltotal: 4'802 mm α_{min} : 30.01 A _{min} : 99'018 mm ² Ac: 115'500 mm ² ✓ δB_{wp} : 50.22 mm ΔB_{wp} : 64.32 mm $\delta B_{wp}/\delta B$: 1.00 Kc: 35'474.52 kN/mm β : 1.164 β_w : 1.435	
Post-elastic Stiffness		KB: 255.10 kN/mm KBwp: 251.48 kN/mm KBwp/KB: 0.99 KF: 1.83 KBp-T: 5.03 kN/mm KBp-C: 8.78 kN/mm	

Resultados a partir del software Riostra F'c-BRR.

6.3.4 Modelación de los arriostramientos restringidos al pandeo en el programa de análisis.

Posteriormente, se realiza la modelación de estos elementos en SAP2000 por medio de la definición de elementos tipo link utilizando el modelo de Wen de acuerdo con la validación de la modelación de los disipadores como se presenta en el capítulo 4.

Teniendo en cuenta la definición de los parámetros de los disipadores se presenta la Figura 6-17 donde se muestran los valores ingresados en el programa de análisis para los disipadores de los niveles 5 al 8 en el sentido X.

Las propiedades que se requieren para definir el elemento son: la rigidez en el rango elástico (Stiffness), la fuerza de fluencia (Yield Strength) y la relación entre la rigidez en el rango elástico y el rango plástico (Post Yield Stiffness Ratio).

Figura 6-17: Parámetros del modelo de Wen ingresados en SAP2000-Sentido x para los niveles 5 al 8.

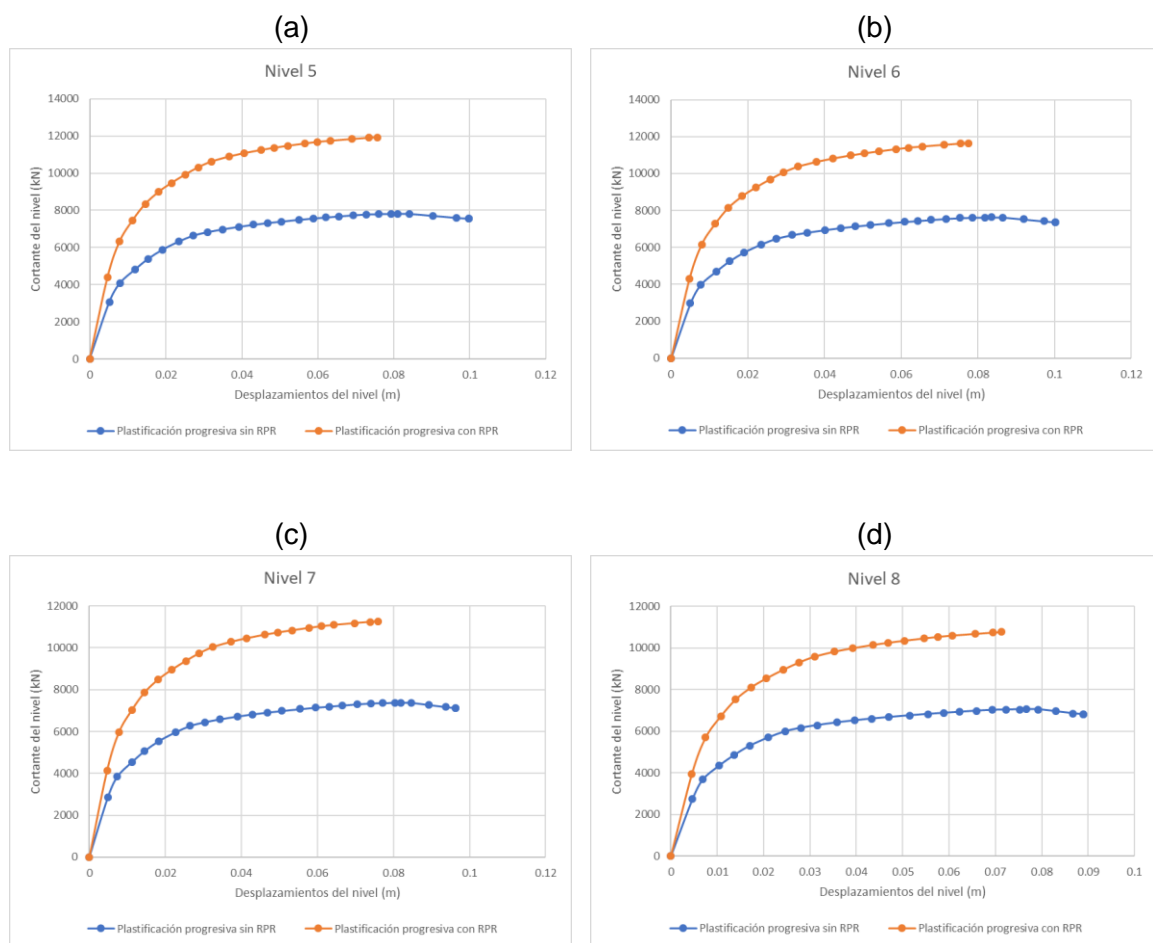
Link/Support Directional Properties	
Identification	
Property Name	N5-8X
Direction	U1
Type	Plastic (Wen)
NonLinear	Yes
Properties Used For Linear Analysis Cases	
Effective Stiffness	189970.
Effective Damping	0.
Properties Used For Nonlinear Analysis Cases	
Stiffness	189970.
Yield Strength	950.
Post Yield Stiffness Ratio	0.02
Yielding Exponent	1.
OK Cancel	

Resultados a partir del software SAP2000.

6.3.5 Verificación del comportamiento de los disipadores en la estructura.

Se comparan las dos estructuras y se modifican la relación de deriva (ν) y la relación de resistencia pórtico/disipador (β) hasta obtener los disipadores óptimos. En la Figura 6-18 se presentan las curvas de cortante vs deformación para la estructura con y sin disipadores por cada nivel.

Figura 6-18: Aumento de capacidad por disipadores – pisos 5 al 8, Sentido x



Elaboración propia.

Después de diseñar los disipadores para la estructura se verifica que las RPR aporten a la estructura el comportamiento esperado. La estructura con disipadores debe generar un aumento en la capacidad significativo que demuestre la participación de los disipadores,

sin embargo, se requiere que el sistema de disipación entre en fluencia antes que el sistema estructural de resistencia sísmica, para que esto ocurra, el cambio de la zona elástica a la zona plástica debe presentarse en el mismo punto de desplazamiento para la estructura sin disipadores y con disipadores como se observa en la Figura 3-3.

Para realizar la verificación se procede a calcular los cortantes y desplazamientos por nivel de la estructura con disipadores de la misma forma que se explicó para el edificio sin disipadores.

En las gráficas presentadas se observa que hay un aumento en la capacidad de la estructura al incorporar los disipadores, este aumento tiene la misma relación en los 16 niveles de la estructura como se esperaba. También se aprecia que en el punto de cambio entre la zona elástica a la zona plástica se presenta el mismo desplazamiento para la estructura sin los arriostramientos y con los arriostramientos, evidenciando que el sistema de disipación entra en fluencia antes del sistema de pórticos.

6.4 Verificación de requisitos de acuerdo con la ASCE 07-16.

En la siguiente tabla se observa la información inicial de los parámetros sísmicos según la norma y los parámetros de sobre resistencia seleccionados.

Tabla 6-19: Parámetros iniciales

g (m/s)	9.81
h_i (m)	3

R	7
C_d	7
Ω_0	3
I_e	1

SISMO DE DISEÑO	
$S_{D1} = S_a(T=1)$	0.568
$S_{DS} = 2.5 A_A F_A I$	0.825
T_s (s)	0.689

MCE	
$S_{M1} = 3/2 S_{D1}$	0.85
$S_{MS} = 3/2 S_{DS}$	1.24

Elaboración propia.

Con la definición de los parámetros iniciales se realiza el análisis modal, en el que se evalúa el comportamiento de la estructura bajo los cuatro primeros modos de vibración

principales en cada dirección garantizando que la participación de masas efectivas sea mayor al 90%.

En la tabla Tabla 6-20 se realiza el análisis de los 4 primeros modos que participan en X, correspondientes al modo 2, 5, 8 y 11 en el análisis realizado en el programa SAP2000, se aprecia que estos 4 modos alcanzan una participación del 94,6%:

Tabla 6-20: Análisis modal-sentido x

	2	5	8	11
MODO	1	2	3	4
T (s)	1.677	0.536	0.298	0.202

INF. INICIAL		
Piso	h_i (m)	w_i (kN)
16	48	5580
15	45	7365
14	42	7365
13	39	7365
12	36	7365
11	33	7365
10	30	7365
9	27	7365
8	24	7365
7	21	7365
6	18	7365
5	15	7365
4	12	7365
3	9	7365
2	6	7365
1	3	7365

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	ϕ_4
16	1.00	1.00	1.00	1.00
15	0.97	0.87	0.72	0.50
14	0.94	0.68	0.32	-0.13
13	0.90	0.44	-0.14	-0.67
12	0.85	0.17	-0.56	-0.90
11	0.79	-0.12	-0.84	-0.70
10	0.73	-0.39	-0.91	-0.18
9	0.66	-0.62	-0.75	0.43
8	0.587	-0.79	-0.406	0.843
7	0.507	-0.90	0.045	0.872
6	0.424	-0.93	0.490	0.497
5	0.339	-0.87	0.819	-0.108
4	0.254	-0.74	0.952	-0.658
3	0.175	-0.56	0.865	-0.899
2	0.100	-0.35	0.594	-0.751
1	0.035	-0.13	0.233	-0.326

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	89224.0	13185.0	5098.9	2249.4
Γ	1.341	-0.514	0.316	-0.215
%Part. Masa	0.769	0.114	0.044	0.019

Elaboración propia.

Evaluación de la ductilidad

En la Tabla 6-21 se presentan los resultados obtenidos de la ductilidad efectiva.

Tabla 6-21: Ductilidad y periodo efectivo - sentido x

	ϕ_1	ϕ_m
$\mu_{\text{máx.}}$	2.33	2.33
μ_D	1.7	1.0
μ_{MCE}	2.3	1.0
	ok	ok

	ϕ_1
$T_{1D} \text{ (s)}$	2.15
$T_{1MCE} \text{ (s)}$	2.56

Elaboración propia.

Cálculo de amortiguamiento viscoso equivalente.

Con el propósito de obtener el amortiguamiento viscoso el primer paso es calcular los desplazamientos de cada nivel de la estructura como se indica en la Tabla 6-22, esto a partir de determinar el desplazamiento espectral y distribuirlo en la altura de acuerdo con la forma de cada modo.

Tabla 6-22: Desplazamientos en el centro de rigidez de la estructura del nivel (δ_{im}) para los modos de vibración - sentido x

T (s)	1.68	0.54	0.30	0.20
Sa (g)	0.322	0.825	0.825	0.825
Sd (m)	0.226	0.059	0.018	0.008

DESPLAZAMIENTOS (m)				
Piso	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
16	0.226	0.059	0.018	0.008
15	0.221	0.051	0.013	0.004
14	0.213	0.040	0.006	-0.001
13	0.204	0.026	-0.003	-0.006

12	0.193	0.010	-0.010	-0.008
11	0.180	-0.007	-0.015	-0.006
10	0.166	-0.023	-0.016	-0.002
9	0.150	-0.036	-0.014	0.004
8	0.133	-0.047	-0.007	0.007
7	0.115	-0.053	0.001	0.007
6	0.096	-0.054	0.009	0.004
5	0.077	-0.051	0.015	-0.001
4	0.058	-0.044	0.017	-0.006
3	0.040	-0.033	0.016	-0.008
2	0.023	-0.020	0.011	-0.006
1	0.008	-0.007	0.004	-0.003

Elaboración propia.

Teniendo los desplazamientos por nivel, se requiere la fuerza por nivel para calcular el trabajo de la estructura, en la Tabla 6-23 se presenta el cortante generado en cada nivel para cada uno de los cuatro primeros modos en el sentido X.

Tabla 6-23: Fuerzas de la estructura por nivel – sentido X

FUERZA DE LA ESTRUCTURA (kN)				
Piso	FI ₁	FI ₂	FI ₃	FI ₄
16	1797	4604	4604	4604
15	2312	5262	4363	3046
14	2233	4112	1929	-776
13	2135	2658	-867	-4080
12	2019	1006	-3403	-5448
11	1885	-710	-5082	-4273
10	1734	-2343	-5500	-1104
9	1570	-3757	-4556	2598
8	1392	-4830	-2469	5123
7	1203	-5474	272	5301
6	1005	-5628	2978	3022
5	803	-5286	4974	-655
4	603	-4505	5782	-4001
3	414	-3413	5258	-5463
2	237	-2102	3610	-4563
1	83	-775	1414	-1979

Elaboración propia.

Obtenidos los desplazamientos y las fuerzas en cada nivel se calcula el trabajo realizado por la estructura como se presenta en la Tabla 6-24, a partir de la formulación de la ecuación (4-9).

Tabla 6-24: Trabajo de la estructura – sentido X

TRABAJO DE LA ESTRUCTURA (kN*m)				
Piso	W₁	W₂	W₃	W₄
16	203.4	135.1	41.9	19.3
15	255.1	133.7	28.5	6.4
14	238.0	81.7	5.6	0.4
13	217.6	34.1	1.1	11.5
12	194.5	4.9	17.4	20.5
11	169.5	2.4	38.7	12.6
10	143.6	26.5	45.4	0.8
9	117.6	68.1	31.1	4.7
8	92.5	112.7	9.1	18.1
7	69.0	144.7	0.1	19.4
6	48.2	153.0	13.3	6.3
5	30.8	134.9	37.1	0.3
4	17.4	98.0	50.1	11.0
3	8.2	56.2	41.4	20.6
2	2.7	21.3	19.5	14.4
1	0.3	2.9	3.0	2.7

Elaboración propia.

Los desplazamientos de los disipadores se obtienen del programa de análisis SAP2000 a partir la relación entre el desplazamiento de las riostras en cada nivel con respecto al desplazamiento espectral de la estructura para cada modo, estos valores se presentan en la Tabla 6-25.

Tabla 6-25: Desplazamientos normalizados del disipador

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS-Normalizado (1/DespP16)				
Piso	Δ₁	Δ₂	Δ₃	Δ₄
16	0.0253	0.1340	0.2819	0.4987
15	0.0332	0.1893	0.4007	0.6290
14	0.0413	0.2393	0.4601	0.5439
13	0.0491	0.2719	0.4174	0.2251
12	0.0565	0.2824	0.2763	-0.1933
11	0.0634	0.2688	0.0687	-0.5217
10	0.0694	0.2326	-0.1554	-0.6092
9	0.0749	0.1767	-0.3434	-0.4156
8	0.0799	0.1059	-0.4512	-0.0292
7	0.0833	0.0254	-0.4453	0.3750
6	0.0852	-0.0564	-0.3285	0.6051

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS-Normalizado (1/DespP16)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
5	0.0844	-0.1286	-0.1330	0.5507
4	0.0797	-0.1797	0.0864	0.2405
3	0.0747	-0.2157	0.2711	-0.1480
2	0.0650	-0.2185	0.3616	-0.4253
1	0.0349	-0.1275	0.2326	-0.3256

Elaboración propia.

A partir del desplazamiento del sistema de disipación normalizado por el desplazamiento espectral, el desplazamiento espectral de la estructura y la inclinación de los arriostramientos restringidos al pandeo se establece el desplazamiento de los arriostramientos. Los valores de desplazamiento para los disipadores en cada nivel de la estructura se indican en la Tabla 6-26 .

Tabla 6-26: Desplazamientos del disipador

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS (m)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
16	0.0081	0.0111	0.0073	0.0059
15	0.0106	0.0157	0.0103	0.0075
14	0.0132	0.0199	0.0119	0.0064
13	0.0157	0.0226	0.0108	0.0027
12	0.0181	0.0234	0.0071	-0.0023
11	0.0203	0.0223	0.0018	-0.0062
10	0.0222	0.0193	-0.0040	-0.0072
9	0.0240	0.0147	-0.0088	-0.0049
8	0.0256	0.0088	-0.0116	-0.0003
7	0.0267	0.0021	-0.0115	0.0044
6	0.0273	-0.0047	-0.0085	0.0072
5	0.0270	-0.0107	-0.0034	0.0065
4	0.0255	-0.0149	0.0022	0.0029
3	0.0239	-0.0179	0.0070	-0.0018
2	0.0208	-0.0181	0.0093	-0.0050
1	0.0112	-0.0106	0.0060	-0.0039

Elaboración propia.

Establecidas las propiedades mecánicas de cada disipador y teniendo los desplazamientos para cada nivel se calcula la fuerza que toman los 4 disipadores de cada nivel, en la Tabla 6-27 se presenta la fuerza que toma el sistema de disipación en cada nivel de la estructura.

Tabla 6-27: Fuerza tomada por los disipadores en el sentido X.

FUERZAS EN RIOSTRAS (kN)				
Piso	V₁	V₂	V₃	V₄
16	517.2	533.6	512.7	505.4
15	531.0	558.6	529.3	513.8
14	545.0	581.1	537.6	508.3
13	558.5	595.7	531.7	487.8
12	942.4	971.3	883.2	-618.8
11	954.3	965.2	478.3	-1669.6
10	964.7	949.0	-1081.2	-1949.7
9	974.3	923.9	-2388.9	-1330.2
8	1243.8	1159.5	-2923.7	-87.1
7	1249.4	530.9	-2886.0	1118.0
6	1252.4	-1176.3	-2128.7	1151.3
5	1251.1	-2684.2	-862.1	1148.1
4	1423.8	-5069.5	756.5	969.3
3	1413.1	-6084.7	1298.0	-596.6
2	1391.9	-6163.1	1313.8	-1714.0
1	1326.5	-3598.1	1291.2	-1312.2

Elaboración propia.

Obteniendo el punto de desplazamiento y fuerza final al que llega cada disipador, y el punto de desplazamiento y fuerza de fluencia, se determina el trabajo que desarrolla el sistema de disipación para cada nivel en un ciclo de carga y descarga. Los valores del trabajo del sistema de disipación para cada nivel se presentan en la Tabla 6-28.

Tabla 6-28: Trabajo del disipador – sentido X

TRABAJO DEL DISIPADOR (kN*m)				
Piso	WD₁	WD₂	WD₃	WD₄
16	25.250	37.966	21.838	16.330
15	35.895	58.039	34.598	22.628
14	47.017	76.962	41.131	18.504
13	58.023	89.683	36.431	3.446
12	107.513	148.438	27.411	5.673
11	124.195	139.735	3.389	41.301
10	138.985	116.689	17.318	56.317
9	152.697	81.957	84.552	26.215
8	200.488	39.222	135.964	0.121

TRABAJO DEL DISIPADOR (kN*m)				
Piso	WD ₁	WD ₂	WD ₃	WD ₄
7	211.565	4.483	132.476	19.883
6	217.463	22.008	72.075	24.252
5	214.966	114.600	11.822	18.313
4	234.853	302.418	6.735	11.056
3	216.848	435.655	33.279	4.188
2	182.005	446.953	57.633	34.570
1	77.254	152.344	23.012	20.263

Elaboración propia.

Luego de establecer el trabajo del sistema total y el trabajo realizado por el sistema de disipación para cada nivel se halla el amortiguamiento viscoso equivalente de la estructura con la ecuación (4-8).

Tabla 6-29: Amortiguamiento viscoso equivalente- sentido X

AMORTIGUAMIENTO VISCOSO				
MODO	1	2	3	4
β_v	9.88%	14.91%	15.35%	15.22%

Elaboración propia.

Cálculo de amortiguamiento histerético.

En la Tabla 6-30 se presenta el amortiguamiento histerético obtenido, la ASCE 7-16 contempla que la ductilidad para los periodos residuales debe ser tomada como 0, por esta razón en la Tabla 6-30 se aprecia que solo existe una participación del amortiguamiento histerético en el primer modo.

Tabla 6-30: Amortiguamiento histerético-sentido x

q_H	0.50
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
β_{H_D}	12%	0%	0%	0%
$\beta_{H_{MCE}}$	17%	0%	0%	0%

Elaboración propia.

Cálculo del amortiguamiento efectivo total y coeficiente de amortiguamiento.

Después se determina el amortiguamiento efectivo total para el edificio de acuerdo con la formulación presentada en la ecuación (5-15) como se indica en la Tabla 6-31.

Tabla 6-31: Amortiguamiento efectivo de diseño-sentido x

	AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO			
MODO	1	2	3	4
β_D	28%	18%	18%	18%
β_{MCE}	35%	18%	18%	18%
β_E	16%	18%	18%	18%
β_{V+I}	13%	18%	18%	18%

Elaboración propia.

A partir de los amortiguamientos determinados se obtiene el coeficiente de amortiguamiento según los criterios de la Tabla 5-1, los resultados de coeficiente de amortiguamiento se muestra en la Tabla 6-32.

Tabla 6-32: Coeficiente de amortiguamiento-sentido x

MODO	1	2	3	4
B_D	1.7	1.4	1.5	1.4
B_{MCE}	2.0	1.4	1.5	1.4
B_E	1.4	1.4	1.5	1.4
B_{V+I}	1.3	1.4	1.5	1.4

Elaboración propia.

6.4.1 Verificación del cortante basal.

Se requiere determinar el cortante basal mínimo (V_{min}) para la estructura, su cálculo se presenta en la Tabla 6-33. Luego, se evalúa el cortante basal de la estructura, en la Tabla 6-34 se presentan los resultados obtenidos para la estructura de 16 pisos, y posteriormente se combinan los cortantes de cada modo por el método SRSS.

Para el diseño de los elementos del sistema de resistencia sísmica se utilizan las solicitaciones de cada elemento a partir del programa de análisis SAP2000, verificando que el cortante basal sea por lo menos el obtenido en la Tabla 6-34.

Tabla 6-33: Cálculo del cortante mínimo admisible (V_{min})

CORTANTE EN LA BASE - FHE		CORTANTE MÍN.	
W (kN)	116055	B_{V+I}	1.3
C_s	0.118	V_{mín1} = V/B_{V+I}	4150.31
C_{s_máx.}	0.046	V_{mín2} = 0.75V	4004.18
C_{s_mín1.}	0.036	V_{mín} = máx(V_{mín1}, V_{mín2}) (kN)	4150.31
C_{s_mín2.}	0.041		
C_s	0.046		
V_s (kN)	5339		

Elaboración propia.

Tabla 6-34: Cortante basal-sentido x

MODO	1	2	3	4
C_{sm}	0.06	0.19	0.19	0.19
V_m (kN)	5532	2523	967	428

CORTANTE BASAL	
V (kN)	6171.63

Elaboración propia.

Verificación de la ductilidad.

En la Tabla 6-35 y Tabla 6-36 se presenta la verificación de la ductilidad para el sismo de diseño y el máximo considerado respectivamente, revisando que el valor de ductilidad obtenido corresponda con la ductilidad asumida al inicio del análisis.

Tabla 6-35: Verificación de la ductilidad para el sismo de diseño - sentido x

MODO	1	2	3	4
D_{1D} (m)	0.236	-	-	-
D_{mD} (m)	-	-0.021	0.004	-0.001

D_Y (m)	0.174
μ_D	1.4

ok

Elaboración propia.

Tabla 6-36: Verificación de la ductilidad para el sismo MCE - sentido x

MODO	1	2	3	4
D_{1MCE} (m)	0.370	-	-	-
D_{mMCE} (m)	-	-0.032	0.006	-0.002

D_Y (m)	0.174
μ_{MCE}	2.1

ok

Elaboración propia.

Verificación del comportamiento del disipador.

Por último, se verifica que los disipadores no fallen, ni para el sismo de diseño MCD, ni para el sismo extremo MCE.

En la Tabla 6-37 se indican las fuerzas y desplazamientos máximo asumidos para el sismo de diseño de las RPR en cada nivel, donde se verifica que el desplazamiento al que se somete el arriostramiento es menor al desplazamiento de falla, de igual manera en la Tabla 6-38 se muestra esta misma verificación para el sismo MCE.

Tabla 6-37: Verificación de los disipadores Sismo de diseño-sentido X

SISMO DE DISEÑO				
Piso	DERIVA (m)		FUERZA (kN)	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
16	0.0062	0.0088	521	OK
15	0.0081	0.0115	536	OK
14	0.0100	0.0141	550	OK
13	0.0117	0.0166	563	OK
12	0.0133	0.0188	946	OK
11	0.0148	0.0209	957	OK
10	0.0160	0.0226	967	OK
9	0.0172	0.0243	976	OK
8	0.0183	0.0259	1246	OK
7	0.0192	0.0272	1252	OK
6	0.0198	0.0281	1256	OK
5	0.0199	0.0282	1257	OK
4	0.0191	0.0270	1434	OK

SISMO DE DISEÑO				
Piso	DERIVA (m)		FUERZA (kN)	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
3	0.0182	0.0257	1425	OK
2	0.0161	0.0227	1405	OK
1	0.0087	0.0123	1334	OK

Elaboración propia.

Tabla 6-38: Verificación de los disipadores Sismo MCE-sentido X

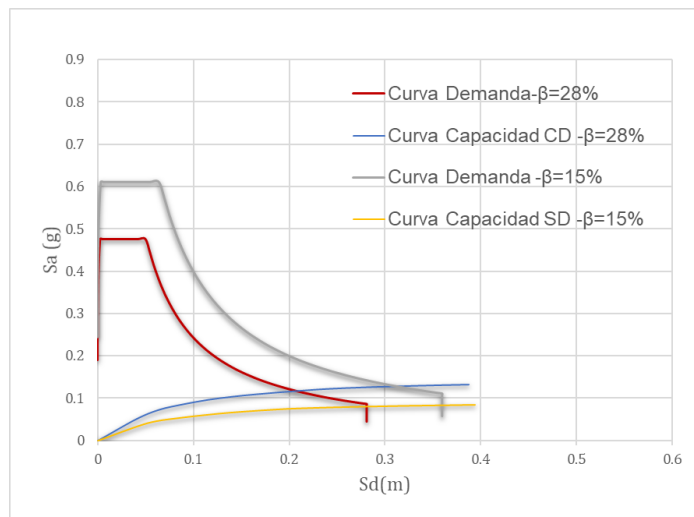
SISMO MCE				
Piso	DERIVA (m)		FUERZA (kN)	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
16	0.0097	0.0137	548	OK
15	0.0127	0.0179	571	OK
14	0.0156	0.0221	593	OK
13	0.0184	0.0260	614	OK
12	0.0209	0.0296	1004	OK
11	0.0232	0.0328	1022	OK
10	0.0252	0.0356	1037	OK
9	0.0271	0.0383	1052	OK
8	0.0289	0.0408	1321	OK
7	0.0303	0.0428	1331	OK
6	0.0312	0.0441	1337	OK
5	0.0313	0.0442	1338	OK
4	0.0299	0.0423	1538	OK
3	0.0285	0.0403	1524	OK
2	0.0251	0.0355	1492	OK
1	0.0136	0.0193	1381	OK

Elaboración propia.

6.4.2 Verificación del diseño definitivo.

Posteriormente, en la Figura 6-19 se observa el comportamiento de la estructura con y sin disipadores. Como se puede apreciar, al incluir los disipadores se genera un aumento de capacidad en la estructura, adicionalmente el amortiguamiento producido por los disipadores conduce a una reducción del espectro de demanda, lo que conlleva a un desplazamiento menor al punto de desempeño y a un menor nivel de daño en los elementos del sistema de resistencia sísmica.

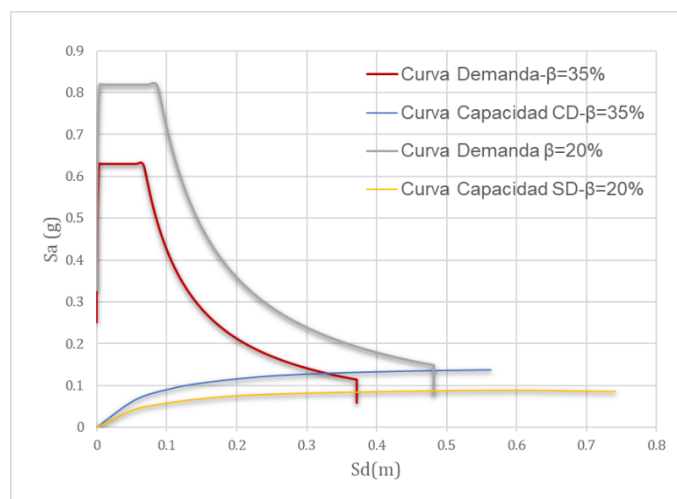
Figura 6-19:Espectro de demanda contra espectro de capacidad – Sismo de diseño / Sentido X



Elaboración propia.

En la Figura 6-20 se presenta el análisis para el sismo máximo considerado, donde se observa que aún cuando existe un sismo de mayor magnitud, se genera un mayor amortiguamiento.

Figura 6-20:Espectro de demanda contra espectro de capacidad-Sismo MCE / Sentido X

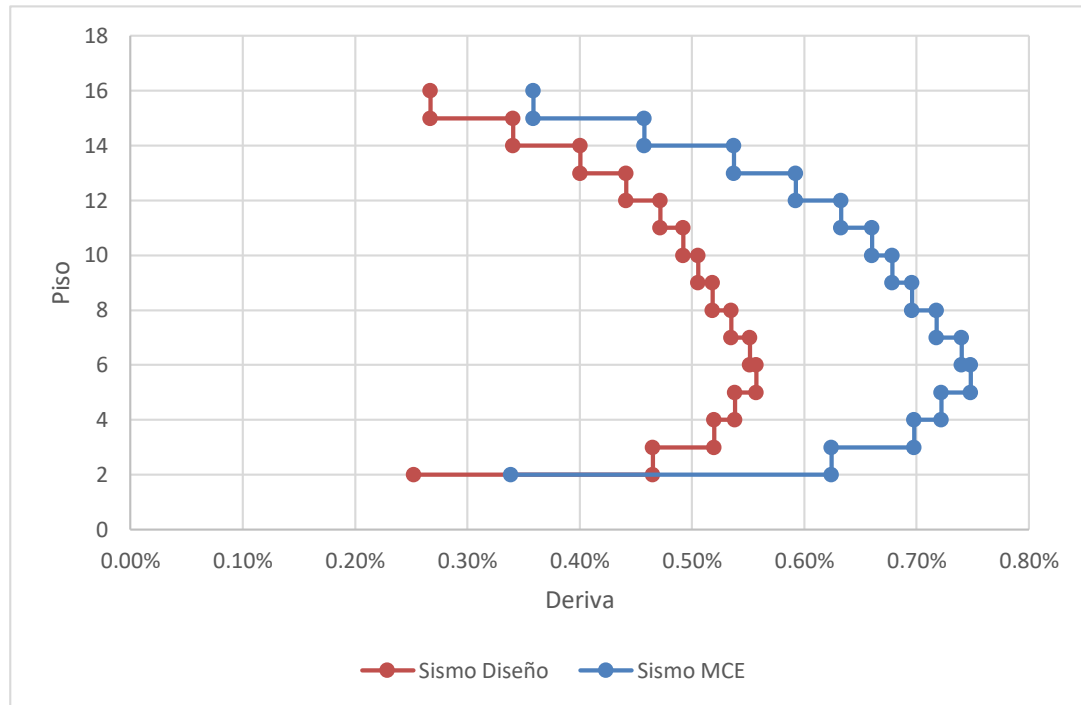


Elaboración propia.

6.4.3 Verificación de derivas

A continuación, se presentan las derivas obtenidas para el edificio de 16 pisos.

Figura 6-21: Derivas en porcentaje sentido X.



Elaboración propia.

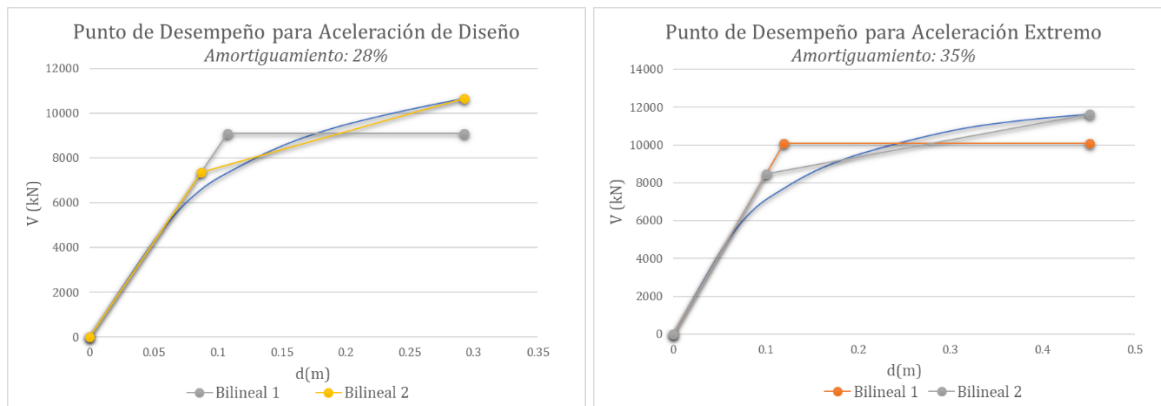
En la Figura 6-21 se obtiene una deriva para el sismo de diseño menor al 1%, por lo tanto, la estructura se encuentra cumpliendo con los requisitos de norma en cuanto a estabilidad global. Para el sismo máximo considerado (MCE) el límite de deriva es del 3% de acuerdo con los requerimientos del capítulo 18 de la ASCE 7-16, el cual también se está cumpliendo.

En la verificación inicial de la estructura sin disipadores se encuentra una deriva mayor al 1%, la cual no cumple los requisitos mínimos exigidos de rigidez. Lo anterior se debe a que la estructura con disipadores tiene una mayor rigidez y una disminución en la demanda sísmica que está asociada al amortiguamiento que aportan los disipadores.

6.5 Cálculo del coeficiente de disipación de energía

El objetivo del presente trabajo es determinar el coeficiente de disipación de energía, a partir de todos los pasos mencionados en esta sección. En este apartado se procede a determinar el R por las metodologías presentadas en la sección 3.4 para cada sentido de la estructura de 16 pisos.

Figura 6-22: Cálculo de bilineal contemplando el punto de desempeño -Sentido x



Elaboración propia.

En la Figura 6-22 se observa el espectro elástico de aceleración para el sismo de diseño (MCD) y el máximo considerado (MCD) en donde se muestran las dos bilineales planteadas en la metodología, una que considera una rigidez remanente durante el rango plástico para el método de Mahoudi, y otra bilineal perfectamente elastoplástica para la metodología de Abou-Elfath, Asgarian y Onuralp.

En la Tabla 6-39 se presentan los valores requeridos para el cálculo del R, estos valores se pueden apreciar de manera gráfica en la Figura 6-22 donde se presenta la curva de capacidad hasta el punto de desempeño del sismo de diseño y del sismo máximo considerado, así como las bilineal 1 y bilineal 2.

A partir de estas bilineales se calculó el valor del coeficiente para las cuatro metodologías, en la Tabla 6-40 se resumen los valores de R de la estructura de 16 pisos obtenidos para el sismo de diseño y el MCE.

Tabla 6-39: Valores significativos del espectro de capacidad para el cálculo de R (sentido X)

Sismo de diseño (MCD)

Δd	0.09	m
V_d	6882.60	kN
Δy (bilineal 1)	0.11	m
V_y (bilineal 1)	9102.22	kN
Δy (bilineal 2)	0.09	m
V_y (bilineal 2)	7370.15	kN
Δ_{max}	0.29	m
V_u	10661.48	kN
V_e	24731.42	kN
μ (bilineal 1)	2.72	
μ (bilineal 2)	3.36	
T	1.68	s
T_c	0.65	s

Sismo máximo considerado (MCE)

Δd	0.09	m
V_d	6882.60	kN
Δy (bilineal 1)	0.12	m
V_y (bilineal 1)	10096.93	kN
Δy (bilineal 2)	0.10	m
V_y (bilineal 2)	8480.66	kN
Δ_{max}	0.45	m
V_u	11625.04	kN
V_e	38111.97	kN
μ (bilineal 1)	3.77	
μ (bilineal 2)	4.49	
T	1.68	s
T_c	0.65	s

Elaboración propia

Tabla 6-40: Valores de R para las diferentes metodologías propuestas (sentido X)

Sismo de diseño (MCD)

Mahmoudi

R _μ	3.36
RSd	1.07
RSm	1.16
RS	1.24

R	4.15
---	------

Abou-Elfath

R _μ	2.72
RS	1.32

R	3.59
---	------

Asgarian

R _μ	2.72
RS0	1.32
F1	1.05
F2	1.10
RS	1.53
R	4.15

Onuralp

R _μ	2.72
Ω0	1.32
R	3.59

Sismo máximo considerado (MCE)

Mahmoudi

R _μ	4.49
RSd	1.23
RSm	1.16
RS	1.42

R	6.40
---	------

Abou-Elfath

R _μ	3.77
RS	1.47

R	5.54
---	------

Asgarian

R _μ	3.77
RS0	1.47
F1	1.05
F2	1.10
RS	1.69
R	6.40

Onuralp

R _μ	3.77
Ω0	1.47
R	5.54

Elaboración propia.

7. Análisis de resultados

En este capítulo se realiza un análisis del comportamiento de las estructuras de concreto reforzado con arriostramientos restringidos al pandeo de 4, 8, 12 y 16 pisos bajo cargas sísmicas en el marco de la NSR-10 y utilizando los parámetros de la ASCE 7/16 para considerar el sistema de disipación. Lo anterior, para observar el comportamiento, propiedades geométricas y mecánicas de los elementos de la estructura, tanto en el sistema de resistencia sísmica como el sistema de disipación y evaluar el coeficiente de disipación de energía.

Finalmente, se realiza la comparación de las estructuras diseñadas con sistema de disipación de energía con las estructuras de igual altura y configuración en planta pero con un sistema estructural combinado de muros y pórticos en concreto (Ardila Valencia, 2016).

7.1 Configuración final de las estructuras

Al realizar el análisis de estas estructuras para el 75% de la carga sísmica se encuentra que no cumplen el requisito de derivas para el sismo de diseño, lo cual indica que, para esta configuración estructural en las cuatro estructuras, el aporte de los elementos de disipación permite el uso de menores secciones con respecto a una estructura de esta misma configuración sin elementos de disipación, generando estructuras más livianas y flexibles. La comparación de las derivas máximas para las estructuras con y sin sistema de disipación se presentan en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1: Derivas máximas para las estructuras sin sistema de disipación contra estructuras con sistema de disipación

Estructura	Sin sistema de disipación		Con sistema de disipación	
4 pisos	4.38 cm	1.46 %	2.16 cm	0.72 %
8 pisos	3.30 cm	1.10 %	2.13 cm	0.71 %
12 pisos	4.11 cm	1.37 %	1.71 cm	0.57 %
16 pisos	4.35 cm	1.45 %	1.60 cm	0.56 %

Elaboración propia.

El análisis modal para cada dirección se realiza para los 4 modos con mayor participación en cada dirección, obteniendo una participación modal mayor al 90% en todas las estructuras para las 2 direcciones principales. En la Tabla 7-2 se presentan los periodos y participación modal de cada una de las estructuras, donde es notable que a mayor altura de la estructura, la participación de masa para el periodo fundamental es menor y se genera un mayor aporte en los otros periodos. También se observa que a mayor número de niveles la estructura, se aumenta del periodo fundamental, lo que evidencia el incremento de la flexibilidad.

Tabla 7-2: Análisis modal de la estructura de 4 niveles

Estructura	Sentido X		Sentido Y	
	Periodo	Participación	Periodo	Participación
Modo 1	0.503 s	85.8 %	0.514 s	85.1 %
Modo 2	0.168 s	7.8 %	0.171 s	8.3 %
Modo 3	0.101 s	4.0 %	0.101 s	4.2 %
Modo 4	0.077 s	0.6 %	0.076 s	0.7 %

Elaboración propia.

Tabla 7-3: Análisis modal de la estructura de 8 niveles

Estructura	sentido X		sentido Y	
	Periodo	Participación	Periodo	Participación
Modo 1	0.839 s	80.5 %	0.897 s	79.6 %
Modo 2	0.277 s	10.9 %	0.292 s	11.3 %
Modo 3	0.156 s	4.0 %	0.161 s	4.2 %
Modo 4	0.108 s	1.8 %	0.111 s	2.0 %

Elaboración propia.

Tabla 7-4: Análisis modal de la estructura de 12 niveles

Estructura	sentido X		sentido Y	
	Periodo	Participación	Periodo	Participación
Modo 1	1.236 s	78.2 %	1.344 s	77.4 %
Modo 2	0.401 s	11.4 %	0.429 s	11.8 %
Modo 3	0.223 s	4.2 %	0.235 s	4.3 %
Modo 4	0.152 s	1.9 %	0.158 s	1.9 %

Elaboración propia.

Tabla 7-5: Análisis modal de la estructura de 16 niveles

Estructura	sentido X		sentido Y	
	Periodo	Participación	Periodo	Participación
Modo 1	1.677 s	76.9 %	1.821 s	75.9 %
Modo 2	0.536 s	11.4 %	0.575 s	12.0 %
Modo 3	0.298 s	4.4 %	0.314 s	4.5 %
Modo 4	0.202 s	1.9 %	0.212 s	2.0 %

Elaboración propia.

7.2 Propiedades geométricas y mecánicas de los disipadores

En el desarrollo del trabajo se aplicó la metodología en enfoque de deriva de fluencia constante explicada en el capítulo 5.2 para dimensionar el sistema de disipación de las cuatro estructuras. De acuerdo a los análisis realizados por Oviedo et al. (2012) se determina apuntar a valores de ν y β de 0.30 y 0.35 respectivamente.

Tabla 7-6: Propiedades de los disipadores en la estructura de 4 niveles (dirección X)

	N1-N4
L_p [m]	2.2
A_p [mm ²]	1700.00
K_{bp} [kN/m]	154545.45
T_Y [kN]	586.05
Δ_{bp} [mm]	3.79
L_{be} [m]	1.30
K_{beq} [kN/m]	146778.18
K_D [kN/m]	587112.72

Elaboración propia.

Tabla 7-7: Propiedades de los disipadores en la estructura de 4 niveles (dirección Y)

	N1-N4
L_p [m]	2.25
A_p [mm ²]	1900.00
K_{bp} [kN/m]	168888.89
T_Y [kN]	655.00
Δ_{bp} [mm]	3.88
L_{be} [m]	1.00
K_{beq} [kN/m]	161727.45
K_D [kN/m]	646909.80

Elaboración propia.

En la Tabla 7-6 se presenta las propiedades de los arriostramientos restringidos al pandeo para la estructura de 4 niveles, donde se aprecia que en la dirección X se requiere una menor longitud y área de la zona plástica que para la dirección Y, esto corresponde a la mayor longitud del vano en que se encuentra localizado el disipador en sentido X, y por consiguiente, requiere un aumento en la inclinación de los dispositivos generando una componente horizontal más grande.

Tabla 7-8: Propiedades de los disipadores en la estructura de 8 niveles (dirección X)

	N1-N4	N5-N8
L_p [m]	2.2	1.7
A_p [mm ²]	3200.00	2200.00
K_{bp} [kN/m]	290909.09	258823.53
T_Y [kN]	1103.16	758.42
Δ_{bp} [mm]	3.79	2.93
L_{be} [m]	1.30	1.55
K_{beq} [kN/m]	264556.31	234091.20
K_D [kN/m]	1058225.25	936364.79

Elaboración propia.

Tabla 7-9: Propiedades de los disipadores en la estructura de 8 niveles (dirección Y)

	N1-N4	N5-N8
L_p [m]	2.60	1.90
A_p [mm ²]	3500.00	2300.00
K_{bp} [kN/m]	269230.77	242105.26
T_Y [kN]	1206.58	792.90
Δ_{bp} [mm]	4.48	3.28
L_{be} [m]	0.82	1.17
K_{beq} [kN/m]	254425.56	225292.36
K_D [kN/m]	1017702.26	901169.43

Elaboración propia.

Tabla 7-10: Propiedades de los disipadores en la estructura de 12 niveles dirección X

	N1-N4	N5-N8	N9-N12
L_p [m]	2.2	2	1.2
A_p [mm ²]	3600.00	3000.00	1800.00
K_{bp} [kN/m]	327272.73	300000.00	300000.00
T_Y [kN]	1241.06	1034.21	620.53
Δ_{bp} [mm]	3.79	3.45	2.07
L_{be} [m]	1.30	1.40	1.80
K_{beq} [kN/m]	294293.43	270119.68	262651.54
K_D [kN/m]	1177173.73	1080478.73	1050606.16

Elaboración propia.

Tabla 7-11: Propiedades de los disipadores en la estructura de 12 niveles dirección Y

	N1-N4	N5-N8	N9-N12
L_p [m]	2.80	2.40	1.30
A_p [mm ²]	4200.00	3300.00	1800.00
K_{bp} [kN/m]	300000.00	275000.00	276923.08
T_Y [kN]	1447.90	1137.64	620.53
Δ_{bp} [mm]	4.83	4.14	2.24
L_{be} [m]	0.72	0.92	1.47
K_{beq} [kN/m]	283836.55	257810.61	250106.25
K_D [kN/m]	1135346.19	1031242.43	1000425.01

Elaboración propia.

En la estructura de 8 niveles, (Tabla 7-8 y Tabla 7-9) al igual que en la estructura de 12 niveles (Tabla 7-10 y Tabla 7-11) y 16 niveles (Tabla 7-12 y Tabla 7-13) se aprecia que a en los pisos inferiores se requieren disipadores con un longitud y área de la zona a plastificar más grande, ya que, estos niveles al tener un mayor cortante en el piso necesitan que el sistema de disipación tenga una mayor rigidez.

Tabla 7-12: Propiedades de los disipadores en la estructura de 16 niveles dirección X

	N1-N4	N5-N8	N9-N12	N13-N16
L_p [m]	2	2.5	1.7	0.9
A_p [mm ²]	3700.00	3300.00	2500.00	1400.00
K_{bp} [kN/m]	370000.00	264000.00	294117.65	311111.11
T_Y [kN]	1275.53	1137.64	861.84	482.63
Δ_{bp} [mm]	3.45	4.31	2.93	1.55
L_{be} [m]	1.40	1.15	1.55	1.95
K_{beq} [kN/m]	325581.02	244449.85	262591.04	268258.19
K_D [kN/m]	1302324.10	977799.39	1050364.16	1073032.78

Elaboración propia.

Tabla 7-13: Propiedades de los disipadores en la estructura de 16 nivel dirección Y

	N1-N4	N5-N8	N9-N12	N13-N16
L_p [m]	2.50	2.88	2.60	1.20
A_p [mm ²]	4500.00	4000.00	3200.00	1600.00
K_{bp} [kN/m]	360000.00	277777.78	246153.85	266666.67
T_Y [kN]	1551.32	1378.95	1103.16	551.58
Δ_{bp} [mm]	4.31	4.96	4.48	2.07
L_{be} [m]	0.87	0.68	0.82	1.52
K_{beq} [kN/m]	332549.34	264599.63	233719.29	240943.68
K_D [kN/m]	1330197.35	1058398.51	934877.17	963774.73

Elaboración propia.

7.3 Fuerza y desplazamiento de fluencia para los sistemas de disipación y de resistencia sísmica

En la Tabla 7-14 y la Tabla 7-15 se presenta la interacción en cada nivel del comportamiento del sistema de resistencia sísmica y el sistema de disipación para la

estructura de 4 niveles, observando que hay un aumento hasta del 70% en el cortante de fluencia en la estructura con disipadores, lo que conlleva a una mayor capacidad.

Como se mencionó anteriormente, se tiene como criterio el uso de un mismo disipador en cada dirección para cada bloque de 4 niveles, esto no permite que se obtenga el β objetivo (0.35) en todos los niveles del bloque. Sin embargo, para este parámetro se consiguen valores muy cercanos al objetivo variando entre 0.34 y 0.41 para la estructura de 4 niveles.

Tabla 7-14: Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 4 niveles (dirección X)

	N1	N2	N3	N4
Q_{DY} [kN]	2273.69	2192.60	1783.49	987.27
Q_{FY} [kN]	4114.99	3751.27	3040.94	1405.92
Q_S [kN]	6388.68	5943.87	4824.43	2393.18
Δ_{FY} [m]	0.0087	0.0122	0.0102	0.0052
β	0.36	0.37	0.37	0.41
β'	0.55	0.58	0.59	0.70

Elaboración propia.

Tabla 7-15: Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 4 niveles (dirección Y)

	N1	N2	N3	N4
Q_{DY} [kN]	2184.68	2100.05	1704.17	983.11
Q_{FY} [kN]	4248.94	3896.81	3154.57	1430.38
Q_S [kN]	6433.63	5996.86	4858.74	2413.48
Δ_{FY} [m]	0.0088	0.0127	0.0107	0.0054
β	0.34	0.35	0.35	0.41
β'	0.51	0.54	0.54	0.69

Elaboración propia.

A mayor altura se generan más incidencias de la estructura con el comportamiento del nivel de estudio. Por lo tanto, los valores de β obtenidos se alejan del valor objetivo, generando valores entre 0.27 y 0.34. Esto implica que el aporte de rigidez por parte del sistema de disipación sea menor que si se tuviera el β objetivo.

A pesar de lo anterior, se logra obtener aumentos significativos del cortante de fluencia de hasta un 52% del sistema total con respecto al sistema de resistencia sísmica.

Tabla 7-16: Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 8 niveles (dirección X)

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
Q_{DY} [kN]	3293.60	3305.52	3247.06	3051.83	2704.99	2200.44	1527.27	653.98
Q_{FY} [kN]	6946.62	6676.91	6323.25	5868.50	5215.10	4289.10	3046.12	1501.77
Q_S [kN]	10240.22	9982.43	9570.30	8920.33	7920.09	6489.53	4573.39	2155.75
Δ_{FY} [m]	0.0070	0.0117	0.0121	0.0114	0.0101	0.0083	0.0059	0.0036
β	0.32	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33	0.30
β'	0.47	0.50	0.51	0.52	0.52	0.51	0.50	0.44

Elaboración propia.

Tabla 7-17: Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 8 niveles (dirección Y)

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
Q_{DY} [kN]	2645.33	2708.49	2704.59	2566.26	2291.56	1898.70	1363.78	601.60
Q_{FY} [kN]	7074.76	6807.80	6440.52	5961.20	5262.75	4278.29	2977.26	1453.28
Q_S [kN]	9720.09	9516.29	9145.12	8527.46	7554.31	6176.99	4341.04	2054.89
Δ_{FY} [m]	0.0071	0.0121	0.0126	0.0119	0.0105	0.0085	0.0061	0.0038
β	0.27	0.28	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.29
β'	0.37	0.40	0.42	0.43	0.44	0.44	0.46	0.41

Elaboración propia.

En las Tabla 7-18 a Tabla 7-21, se aprecia que el cortante de fluencia por nivel para el sistema de resistencia sísmica en las estructuras más altas es superior, y por lo tanto requieren un sistema de disipación con mayor capacidad a cortante y un área del núcleo más grande.

La longitud de la zona de plastificación se vuelve una variable más importante en las estructuras de mayor altura para conservar alta la rigidez del sistema de disipación. Puesto que, si se aumenta la rigidez del sistema de disipación, pero no se controla la longitud de fluencia del dispositivo, se generará un desplazamiento en la estructura que implica un alto nivel de daño en el sistema de resistencia sísmica antes que el sistema disipación de energía entre en fluencia.

Tabla 7-18: Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 12 niveles (dirección X)

	N1	N2	N3	N4	N5	N6
Q_{DY} [kN]	3159.5	3230.6	3327.8	3342.9	3252.4	3076.4
Q_{FY} [kN]	7878.2	7475.1	7105.7	6780.2	6428.5	6039.0
Q_S [kN]	11037.6	10705.7	10433.5	10123.1	9680.9	9115.4
Δ_{FY} [m]	0.0059	0.0107	0.0116	0.0115	0.0111	0.0104
β	0.29	0.30	0.32	0.33	0.34	0.34
β'	0.40	0.43	0.47	0.49	0.51	0.51

	N7	N8	N9	N10	N11	N12
Q_{DY} [kN]	2817.7	2482.7	2086.7	1697.8	1135.4	472.0
Q_{FY} [kN]	5600.0	5048.2	4316.2	3362.0	2337.7	1089.9
Q_S [kN]	8417.7	7530.9	6402.9	5059.8	3473.0	1561.9
Δ_{FY} [m]	0.0097	0.0087	0.0074	0.0059	0.0043	0.0028
β	0.33	0.33	0.33	0.34	0.33	0.30
β'	0.50	0.49	0.48	0.50	0.49	0.43

Elaboración propia.

Tabla 7-19: Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 12 niveles (dirección Y)

	N1	N2	N3	N4	N5	N6
Q_{DY} [kN]	3103.7	3229.1	3334.9	3353.6	3279.6	3118.4
Q_{FY} [kN]	8030.9	7697.9	7339.8	6988.0	6582.6	6140.1
Q_S [kN]	11134.5	10927.0	10674.7	10341.6	9862.2	9258.6
Δ_{FY} [m]	0.0060	0.0112	0.0123	0.0123	0.0118	0.0111
β	0.28	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34
β'	0.39	0.42	0.45	0.48	0.50	0.51

	N7	N8	N9	N10	N11	N12
Q_{DY} [kN]	2860.0	2505.8	2080.8	1650.6	1099.2	455.6
Q_{FY} [kN]	5674.2	5119.3	4386.7	3401.9	2338.0	1092.8
Q_S [kN]	8534.1	7625.2	6467.6	5052.5	3437.2	1548.4
Δ_{FY} [m]	0.0103	0.0093	0.0080	0.0064	0.0047	0.0032
β	0.34	0.33	0.32	0.33	0.32	0.29
β'	0.50	0.49	0.47	0.49	0.47	0.42

Elaboración propia.

Tabla 7-20: Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 16 niveles (dirección X)

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
Q_{DY} [kN]	3598.80	3676.48	3694.57	3675.82	3630.22	3550.89	3432.23	3271.31
Q_{FY} [kN]	7742.81	7435.35	7210.28	7029.17	6849.28	6646.37	6404.92	6113.79
Q_S [kN]	11341.6	11111.8	10904.8	10704.9	10479.4	10197.2	9837.1	9385.1
Δ_{FY} [m]	0.0049	0.0101	0.0123	0.0132	0.0133	0.0129	0.0123	0.0114
β	0.32	0.33	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35
β'	0.46	0.49	0.51	0.52	0.53	0.53	0.54	0.54

	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16
Q_{DY} [kN]	3064.68	2813.66	2511.83	2161.17	1765.03	1326.34	854.60	363.19
Q_{FY} [kN]	5764.39	5346.11	4849.56	4268.45	3596.53	2824.61	1921.55	852.78
Q_S [kN]	8829.07	8159.76	7361.39	6429.62	5361.56	4150.95	2776.15	1215.97
Δ_{FY} [m]	0.0106	0.0096	0.0085	0.0074	0.0062	0.0050	0.0037	0.0026
β	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30
β'	0.53	0.53	0.52	0.51	0.49	0.47	0.44	0.43

Elaboración propia.

Tabla 7-21: Fuerza y desplazamiento de fluencias de los sistemas para el edificio de 16 niveles (niveles 1 a 8 en dirección Y)

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
Q_{DY} [kN]	3583.52	3652.98	3717.62	3738.46	3724.19	3669.20	3569.22	3420.59
Q_{FY} [kN]	8756.95	8422.70	8178.61	7981.58	7777.60	7541.18	7256.15	6910.11
Q_S [kN]	12340.4	12075.68	11896.23	11720.03	11501.79	11210.38	10825.37	10330.70
Δ_{FY} [m]	0.0056	0.0116	0.0142	0.0154	0.0157	0.0154	0.0147	0.0138
β	0.29	0.30	0.31	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33
β'	0.41	0.43	0.45	0.47	0.48	0.49	0.49	0.50

	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16
Q_{DY} [kN]	3245.10	2275.77	2058.79	1840.67	1783.21	1451.03	1145.52	744.98
Q_{FY} [kN]	6493.05	5985.32	5367.00	4635.23	3809.05	2905.53	1923.65	837.30
Q_S [kN]	9738.15	8261.09	7425.79	6475.90	5592.26	4356.56	3069.17	1582.28
Δ_{FY} [m]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
β	0.33	0.28	0.28	0.28	0.32	0.33	0.37	0.47
β'	0.50	0.38	0.38	0.40	0.47	0.50	0.60	0.89

Elaboración propia.

7.4 Amortiguamiento de las estructuras

El amortiguamiento inherente de las estructuras se toma con un valor de 3% para todas las estructuras, por lo que no es un factor que determine la variación del amortiguamiento total obtenido.

El amortiguamiento viscoso como se explica en la sección 5.3.3 relaciona el trabajo desarrollado por el sistema de disipación con el que genera la estructura en un ciclo de histéresis. A mayor altura se incrementa el trabajo de los dispositivos en el rango plástico lo que conlleva a un aumento en el aporte al trabajo total de la estructura, por lo cual se genera más amortiguamiento viscoso en las estructuras de mayor altura.

Este comportamiento no se presentó en el edificio de 16 pisos porque el diseño de los disipadores se realizó en grupos de 4 niveles, lo que generó que en los primeros niveles se tuviera elementos con un desplazamiento de fluencia relativos del sistema de disipación más altos que en las otras estructuras.

Tabla 7-22: Amortiguamiento viscoso equivalente

Nivel	β_v	
	X	Y
4	7.05%	6.43%
8	9.33%	9.53%
12	9.97%	10.53%
16	9.88%	7.14%

Elaboración propia.

El amortiguamiento histerético depende de la ductilidad, se produce por la disipación de energía que se presenta en los ciclos de histéresis del sistema de resistencia sísmica. A una menor disipación de energía por parte del sistema de disipación se presenta un mayor trabajo en fluencia de los elementos de resistencia sísmica, por lo cual, se aprecia que los menores valores de amortiguamiento viscoso corresponden a las estructuras con mayores valores de amortiguamiento histerético como se muestra en la Tabla 7-23.

El amortiguamiento viscoso y el amortiguamiento histerético generan una compensación llegan a valores cercanos de amortiguamiento total para las diferentes estructuras como se presenta en la Tabla 7-24, sin embargo, como el amortiguamiento histerético se

presenta por la fluencia de los elementos del sistema de resistencia sísmica, las estructuras con mayor amortiguamiento histerético son propensas a presentar un nivel de daño más grande ante un evento sísmico.

Tabla 7-23: Amortiguamiento histerético

Nivel	$\beta_{H,D}$		$\beta_{H,MCE}$	
	X	Y	X	Y
4	23%	23%	23%	23%
8	13%	12%	19%	18%
12	12%	12%	17%	17%
16	12%	12%	17%	17%

Elaboración propia.

Tabla 7-24: Amortiguamiento total

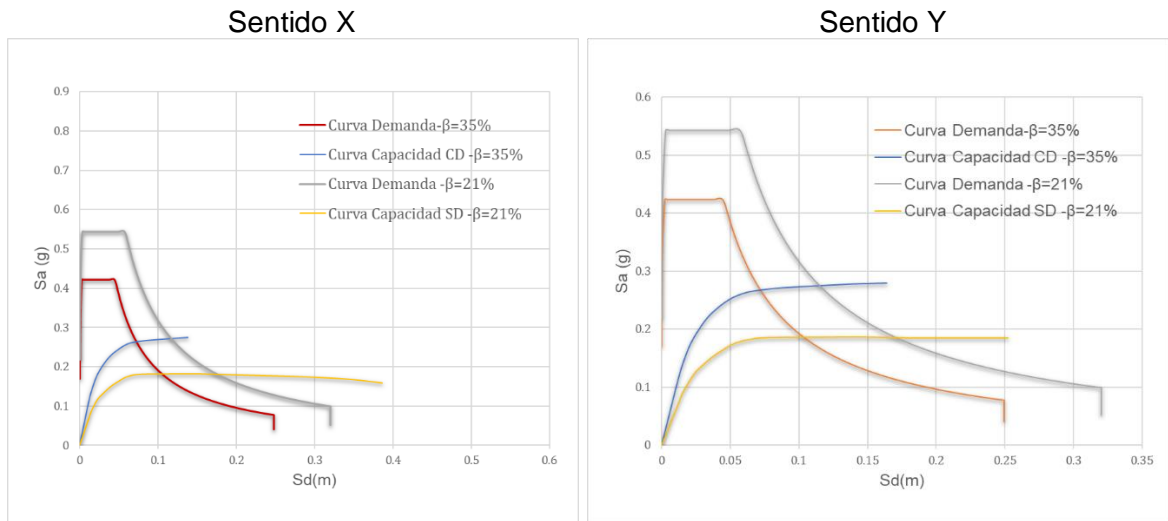
Nivel	β_D		β_{MCE}	
	X	Y	X	Y
4	35%	35%	35%	35%
8	28%	28%	35%	35%
12	28%	29%	35%	35%
16	28%	24%	35%	31%

Elaboración propia.

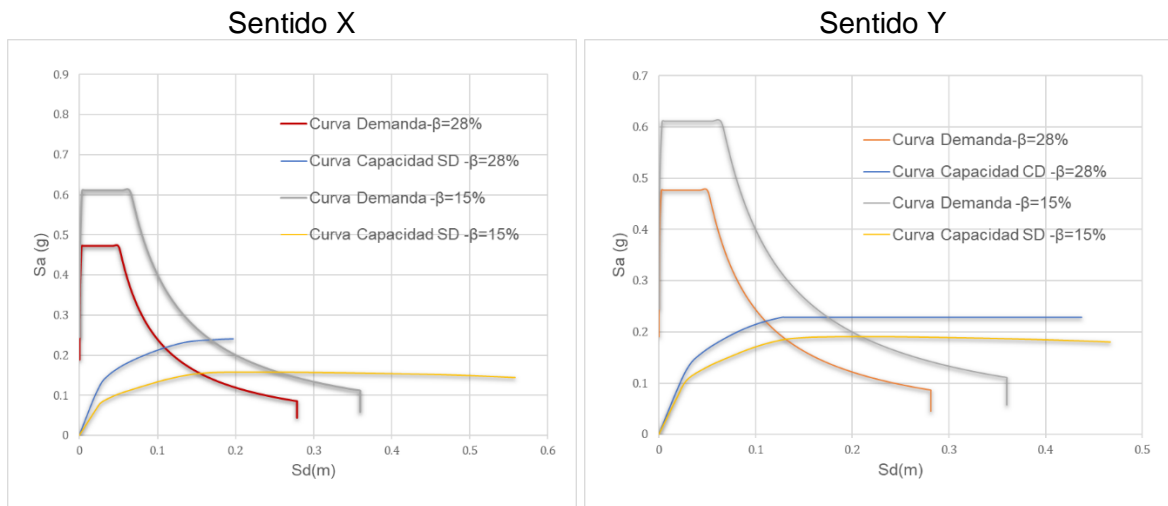
7.5 Desempeño de las estructuras ante el sismo de diseño (MCD)

En la presente sección se analiza el desempeño de las estructuras con disipadores y sin disipadores, así como el nivel de daño sufrido por las estructuras en el punto de desempeño para los sismos de diseño (MCD).

En la Figura 7-1 a Figura 7-4 se presenta la curva de demanda y capacidad de las estructuras analizadas, donde se observa que al aplicar el sistema de disipación se genera un aumento significativo de la capacidad de la estructura, con un incremento en la rigidez en el rango elástico, pero sin un cambio significativo en el desplazamiento de fluencia. Este es el comportamiento esperado de acuerdo con la metodología empleada ya que refleja que el sistema de disipación entra en fluencia antes del sistema de resistencia sísmica.

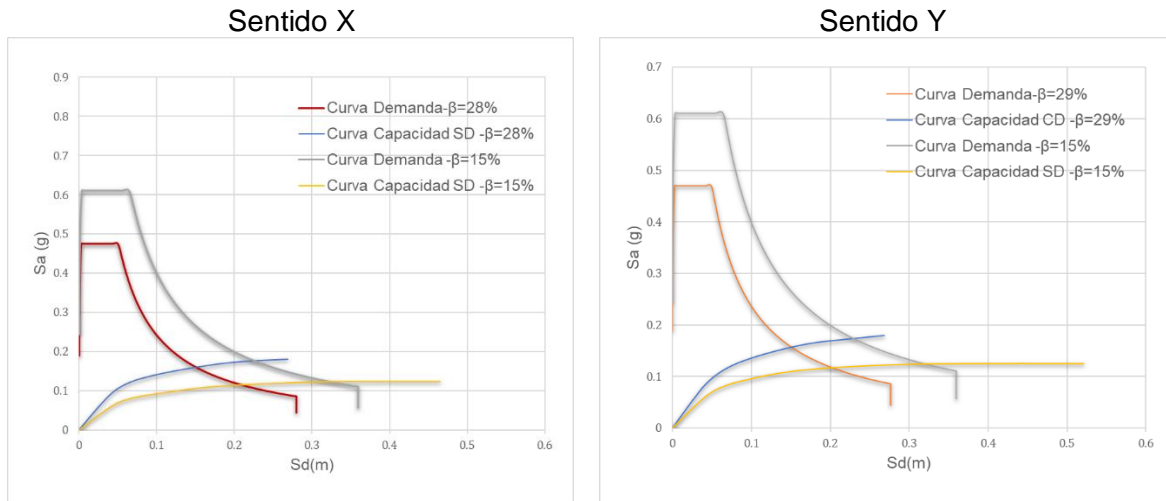
Figura 7-1: Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCD (4 pisos)

Elaboración propia.

Figura 7-2: Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCD (8 pisos)

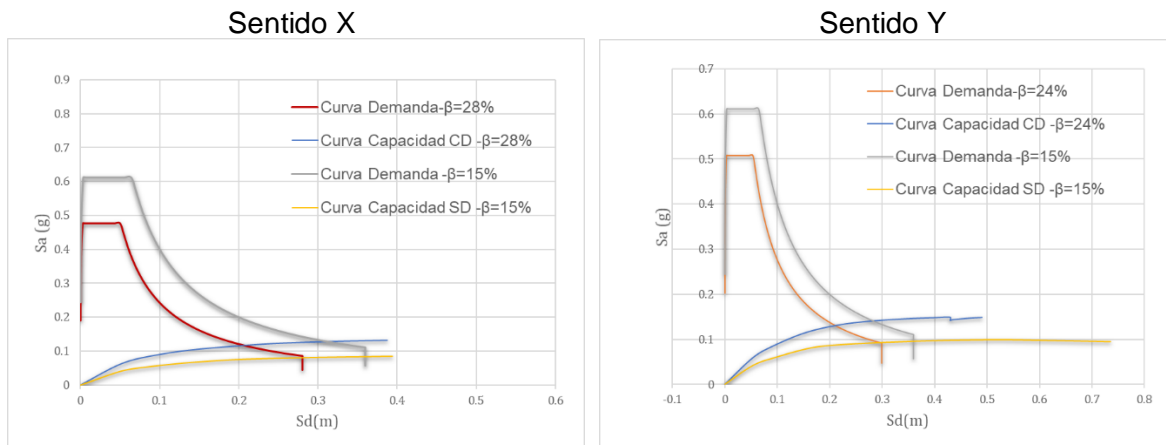
Elaboración propia.

Figura 7-3: Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCD (12 pisos)



Elaboración propia.

Figura 7-4: Curva de demanda y de capacidad para el sismo MC-D (16 pisos)



Elaboración propia.

Cuando se implementan los arriostramientos restringidos, el amortiguamiento de la estructura genera una reducción del desplazamiento espectral en el punto de desempeño de la estructura, que implica un nivel de daño menor en la estructura con sistema de disipación en comparación con la estructura sin el sistema de disipación.

En la Tabla 7-25 se presentan los desplazamientos y cortantes en el punto de desempeño para las cuatro estructuras antes del sismo de diseño (MCD). Se puede observar que la estructura de 4 niveles tiene un cortante basal más bajo que las demás estructuras, esto se debe a que su peso es significativamente menor. En las estructuras de 8, 12 y 16 niveles

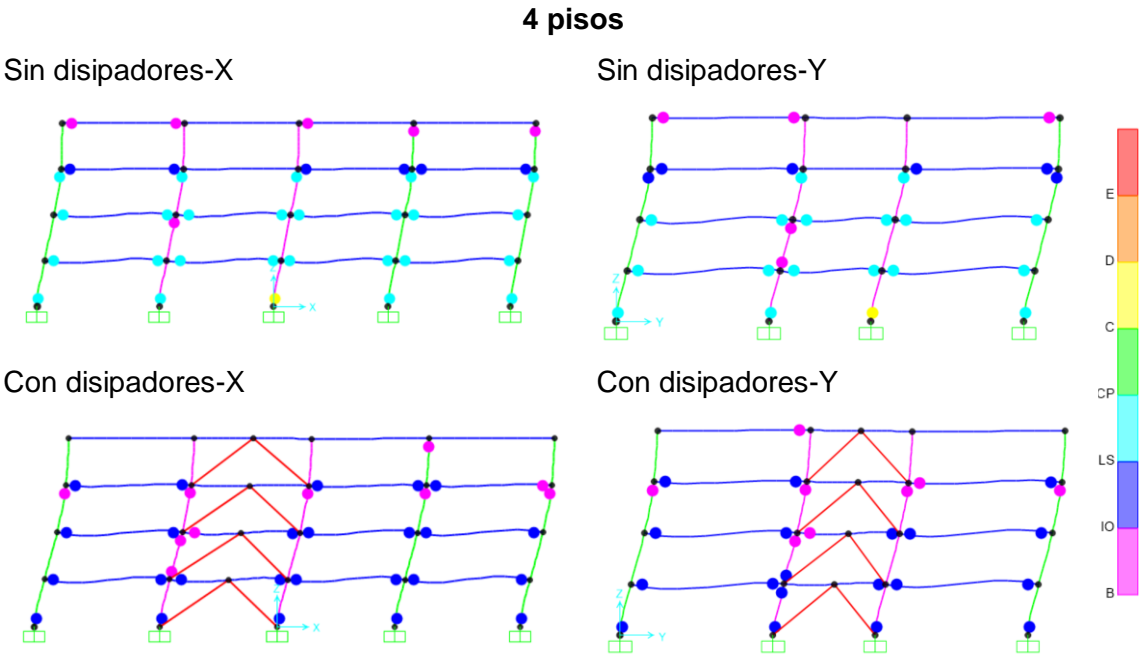
también se aprecia un incremento en el cortante basal a mayor altura, sin embargo, el incremento no es tan significativo entre estas porque, aunque aumenta el peso, también aumenta la flexibilidad de la estructura disminuyendo el S_a . En las demás estructuras, aunque hay un cambio en la masa de las estructuras, también hay un aumento de periodo a más altura, lo que genera que no se genere una diferencia apreciable en el cortante basal.

Tabla 7-25: Desplazamiento y cortante en el punto de desempeño (MCD)

Nivel	Sentido X		Sentido Y	
	D [m]	V[kN]	D [m]	V[kN]
4	0.099	6483.35	0.092	6474.62
8	0.143	9464.13	0.150	9524.88
12	0.199	10516.93	0.201	10144.87
16	0.293	10661.48	0.289	11496.29

Elaboración propia.

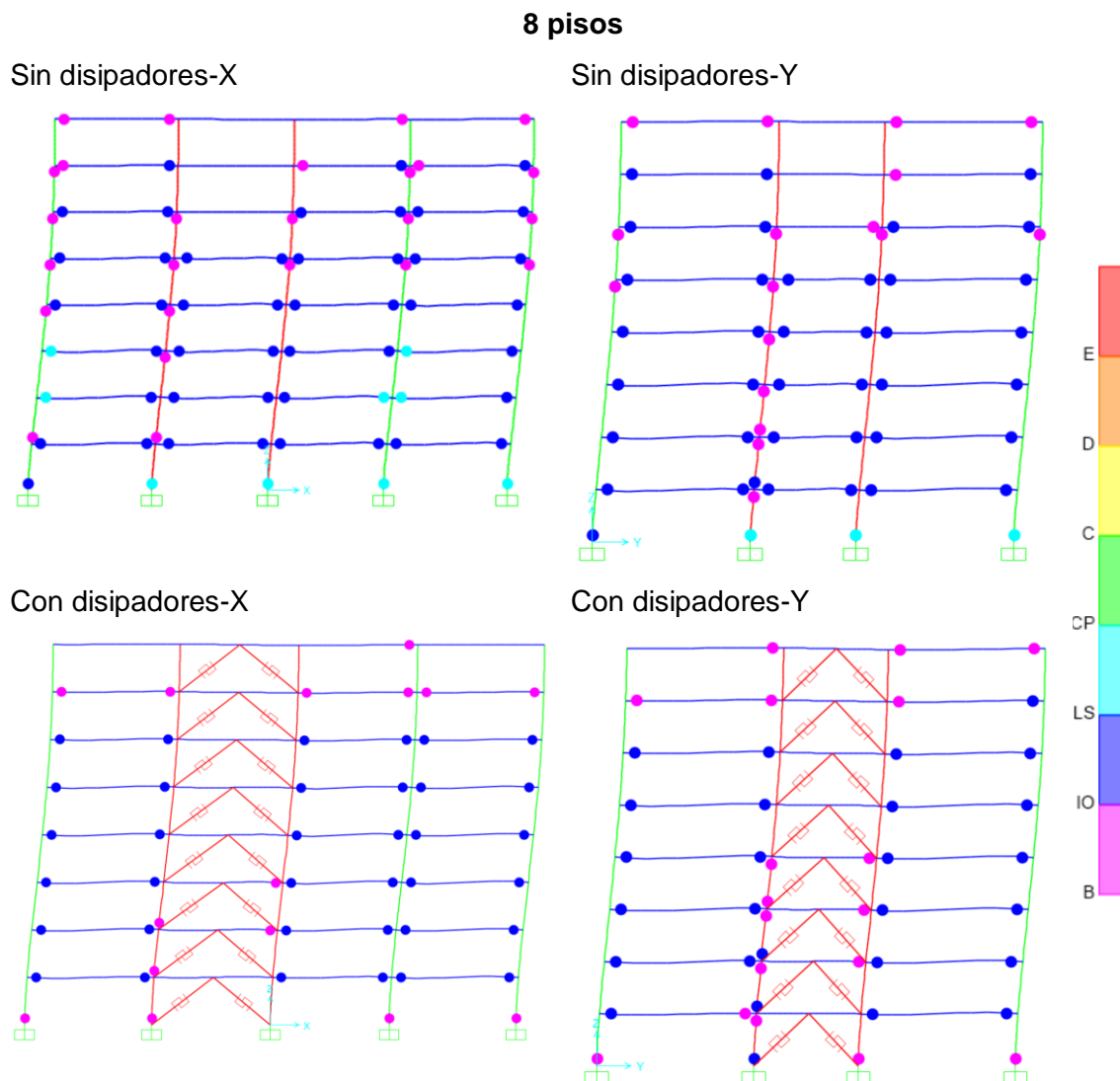
Figura 7-5: Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCD (4 pisos)



Elaboración propia.

En la Figura 7-5 a Figura 7-8 se presenta el comportamiento de las estructuras en el desplazamiento del punto de desempeño para el sismo de diseño. Se puede observar que para todos los niveles existe un menor nivel de plastificación sobre los elementos de resistencia sísmica, esto se debe a la reducción del desplazamiento espectral en el punto de desempeño que tienen las estructuras con disipadores.

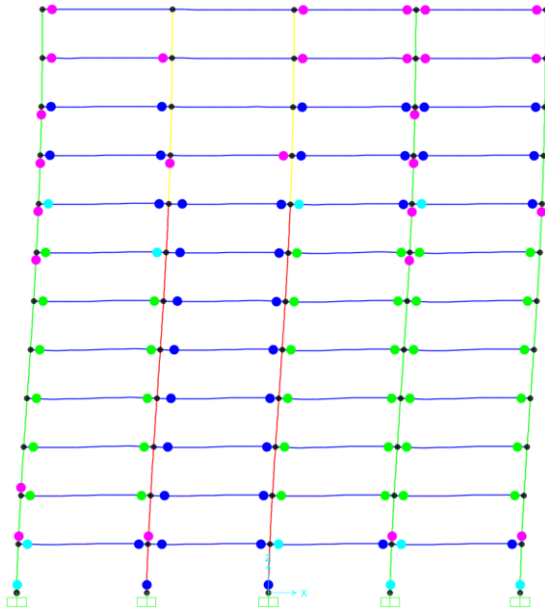
Figura 7-6: Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCD (8 pisos)



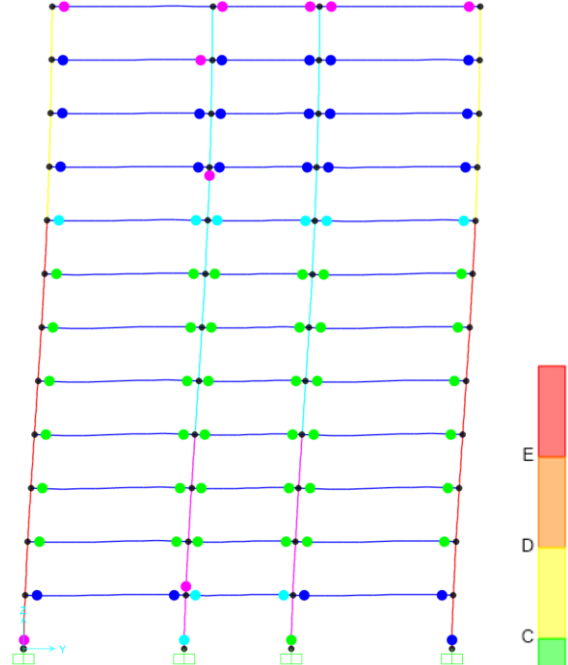
Elaboración propia.

Figura 7-7: Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCD (12 pisos)**12 pisos**

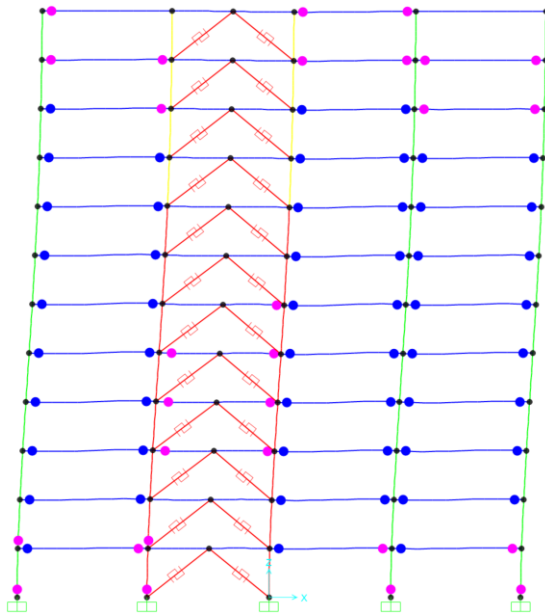
Sin disipadores-X



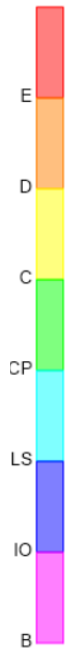
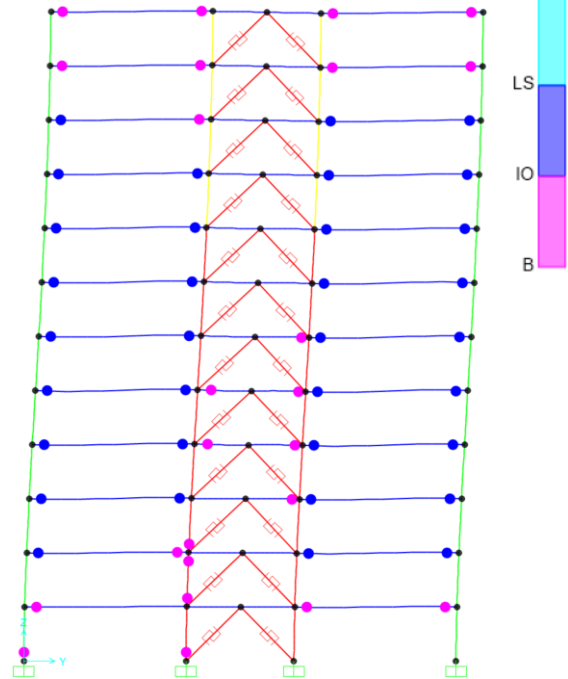
Sin disipadores-Y



Con disipadores-X



Con disipadores-Y

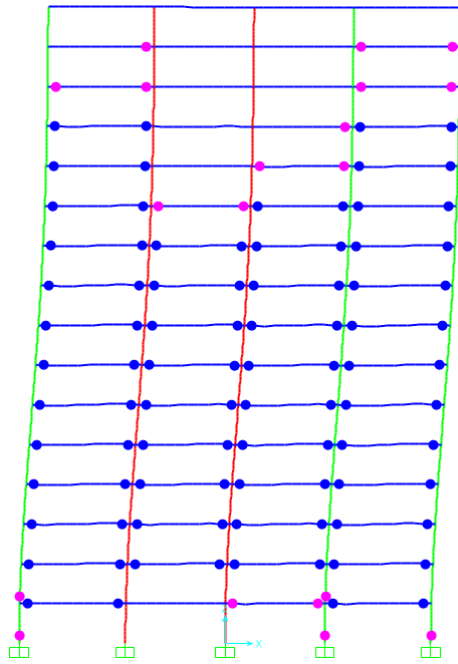


Elaboración propia.

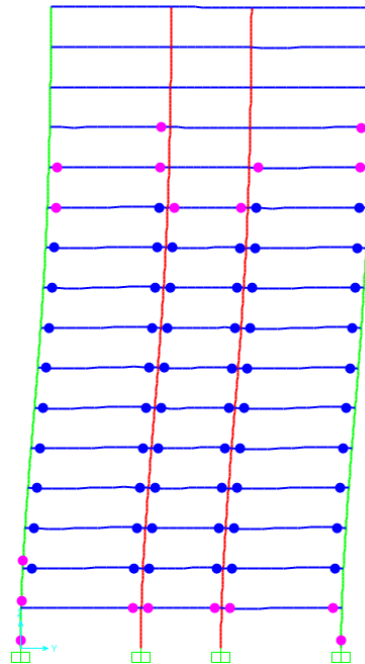
Figura 7-8: Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCD (16 pisos)

16 pisos

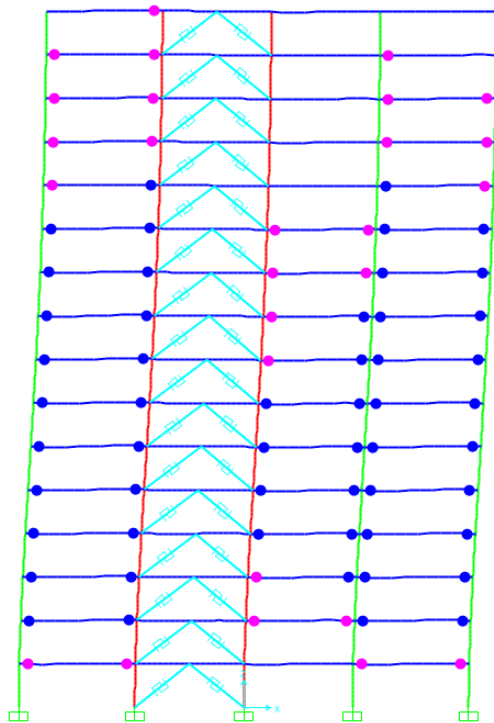
Sin disipadores-X



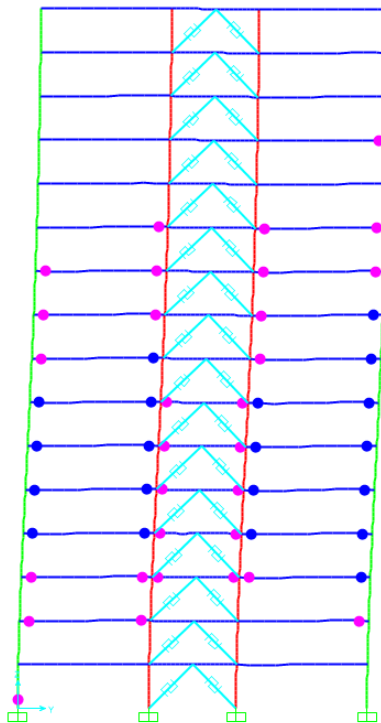
Sin disipadores-Y



Con disipadores-X



Con disipadores-Y



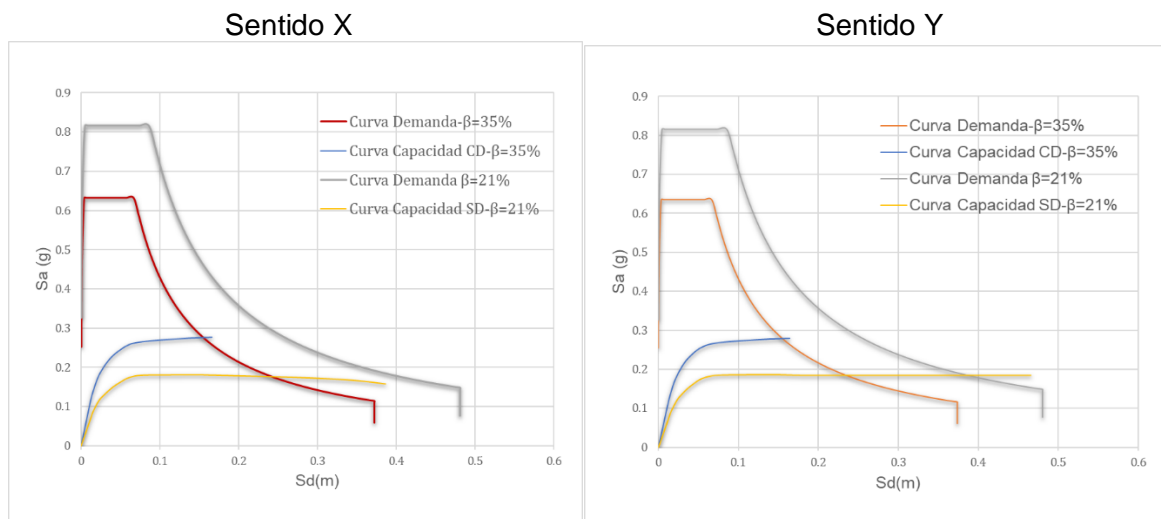
Elaboración propia.

7.6 Desempeño de las estructuras ante el sismo máximo considerado (MCE)

A partir de la Figura 7-9 hasta la Figura 7-12, se presentan los espectros de demanda y de desempeño como el grado de plastificación de las estructuras en el punto de desempeño para el sismo máximo considerado (MCE).

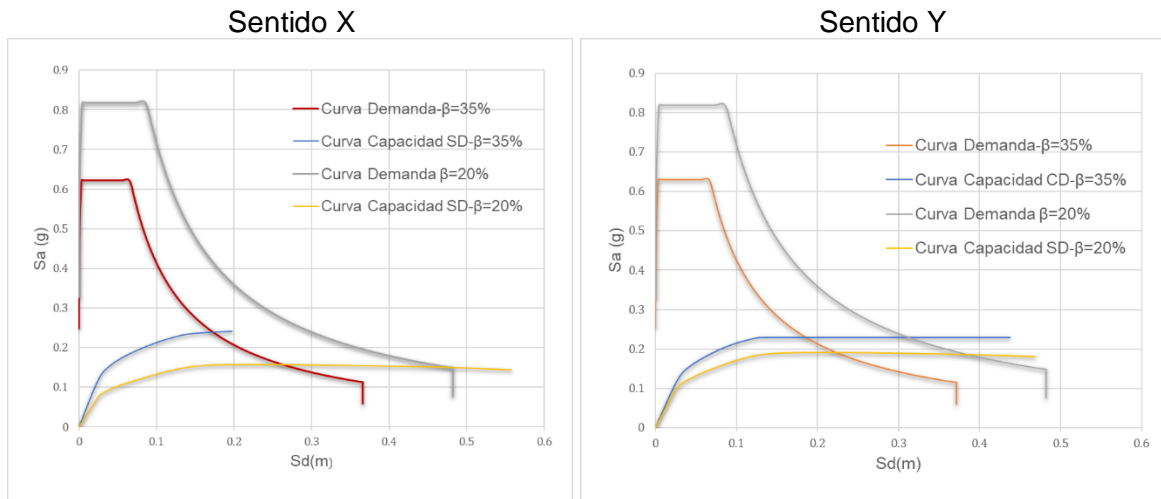
Al realizar un análisis modal espectral, el amortiguamiento máximo que permite utilizar la norma ASCE 7/16 es del 35%, por lo cual en todas las estructuras con sistema de disipación analizadas se ha visto limitado el amortiguamiento total a 35%, lo que genera un menor cambio en el desempeño de las estructuras para el análisis del sismo máximo considerado en comparación a los valores encontrados en el análisis para el sismo de diseño.

Figura 7-9: Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCE (4 pisos)



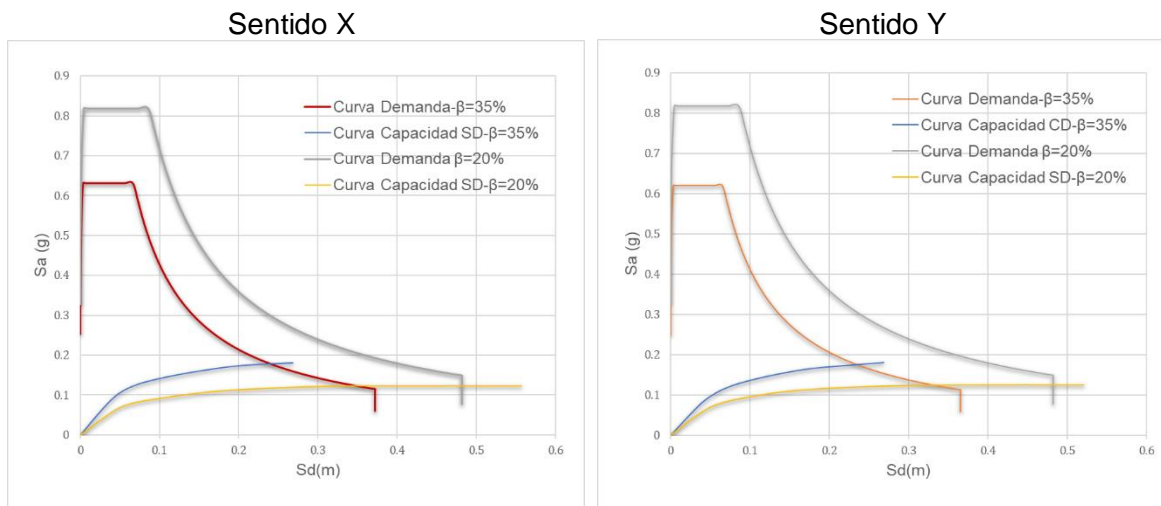
Elaboración propia.

Figura 7-10: Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCE (8 pisos)



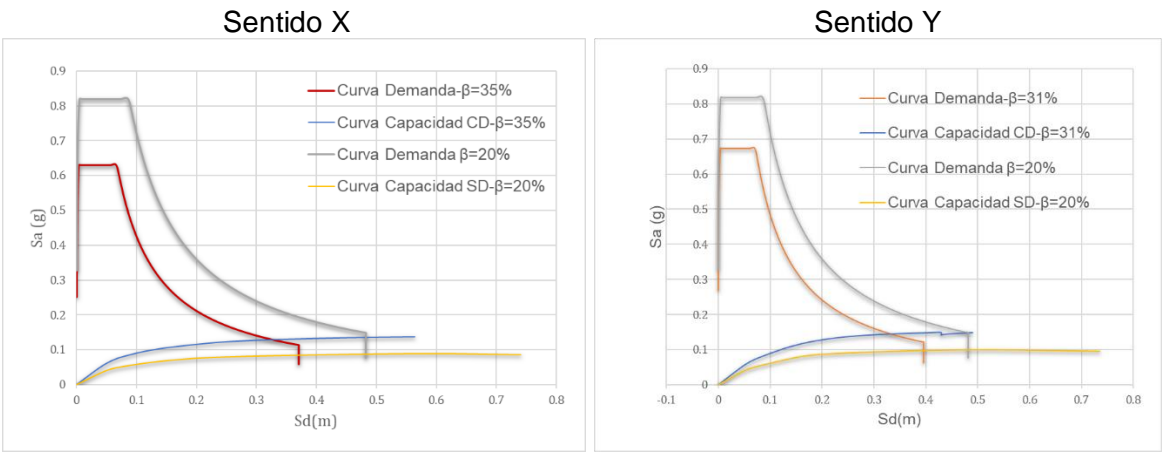
Elaboración propia.

Figura 7-11: Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCE (12 pisos)



Elaboración propia.

Figura 7-12: Curva de demanda y de capacidad para el sismo MCE (16 pisos)



Elaboración propia.

En la Tabla 7-26 se presentan los desplazamientos y cortantes en el punto de desempeño para el sismo máximo considerado (MCE). El desplazamiento del punto de desempeño para el sismo MCE es aproximadamente 1.5 veces mayor que para el sismo de diseño MCD, sin embargo, el cortante aumenta solo entre un 4% y un 12% debido a que al encontrarse en la zona plastica sólo se aumenta el cortante con la capacidad remanente de la estructura.

Tabla 7-26: Desplazamiento y cortante en el punto de desempeño (MCE)

Nivel	Sentido X		Sentido Y	
	D [m]	V[kN]	D [m]	V[kN]
4	0.204	6757.44	0.206	6768.15
8	0.231	10376.16	0.247	9799.07
12	0.316	11711.84	0.320	11368.56
16	0.451	11625.04	0.468	12769.31

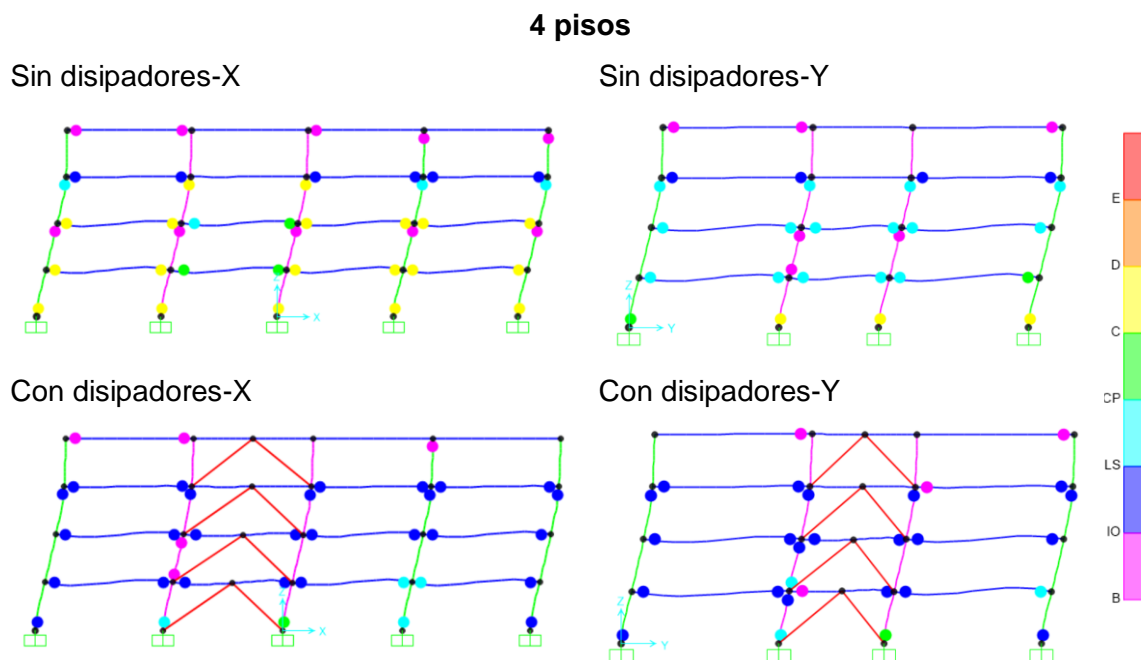
Elaboración propia.

En la Figura 7-13 a la Figura 7-16 se observa que ante el sismo extremo considerado se obtiene un nivel de plastificación menor para las estructuras con sistemas de disipación que para las estructuras sin estos. De otra parte, en las estructuras con disipadores se puede notar que el mayor grado de plastificación se presenta en los pórticos que reciben

el sistema de disipación, dado que a estos se transmite toda la carga que toman los disipadores.

Los pórticos del sistema de disipación deben tener un nivel de daño bajo que asegure que el nivel de fluencia en los elementos de los pórticos no afecte el comportamiento de los disipadores generando que no trabajen correctamente, esto conlleva a que estos elementos tengan mayores cuantías que el resto de la estructura.

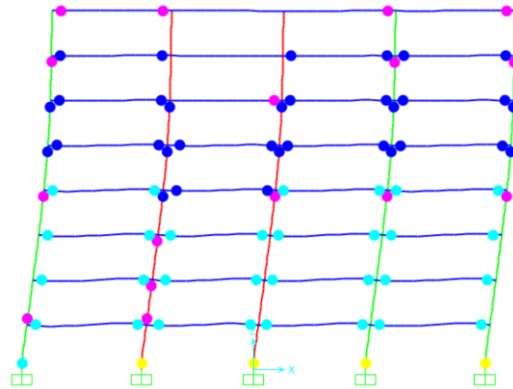
Figura 7-13: Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCE (4 pisos)



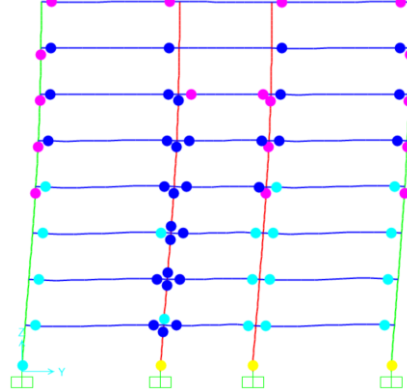
Elaboración propia.

Figura 7-14: Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCE (8 pisos)**8 pisos**

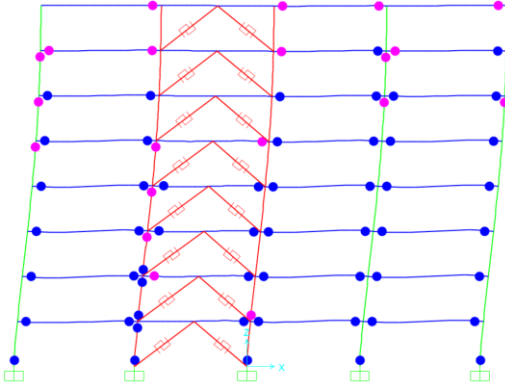
Sin disipadores-X



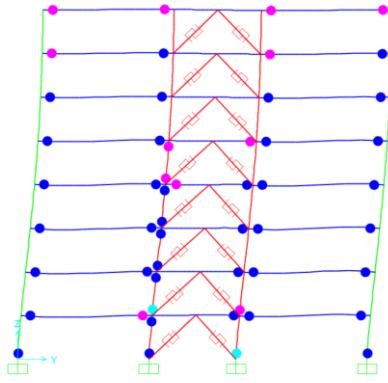
Sin disipadores-Y



Con disipadores-X



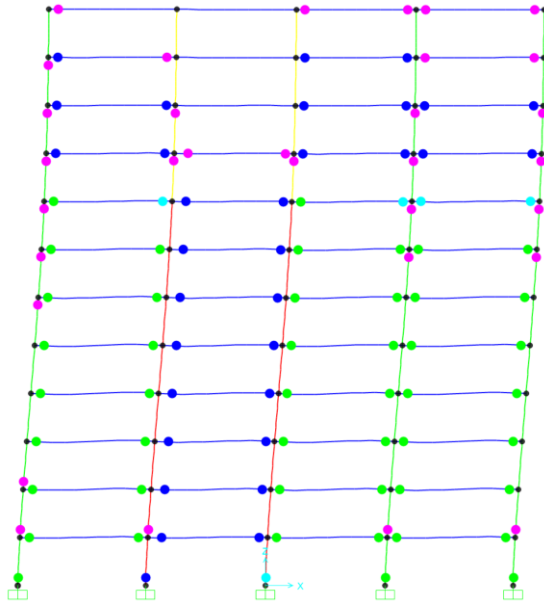
Con disipadores-Y



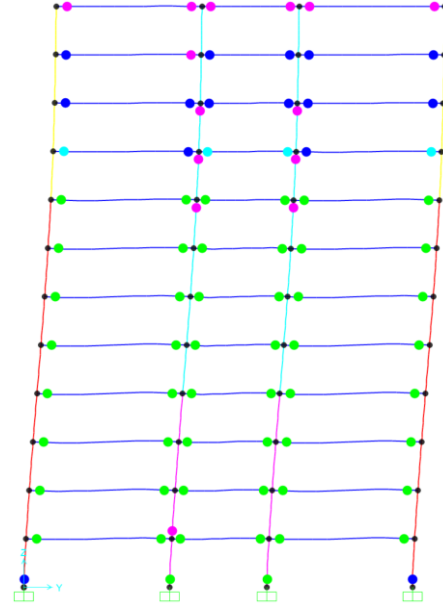
Elaboración propia.

Figura 7-15: Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCE (12 pisos)**12 pisos**

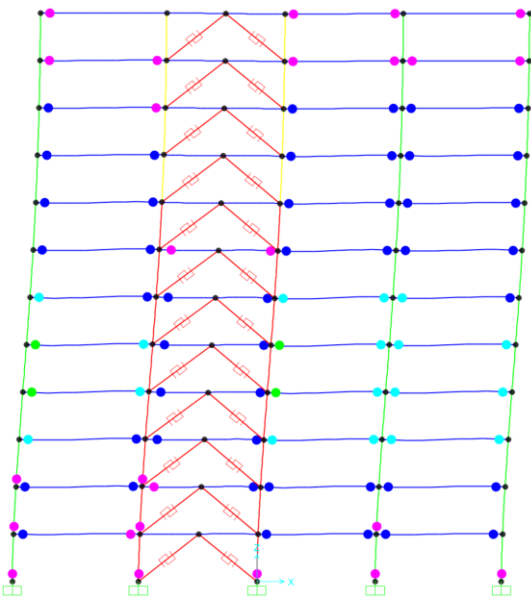
Sin disipadores-X



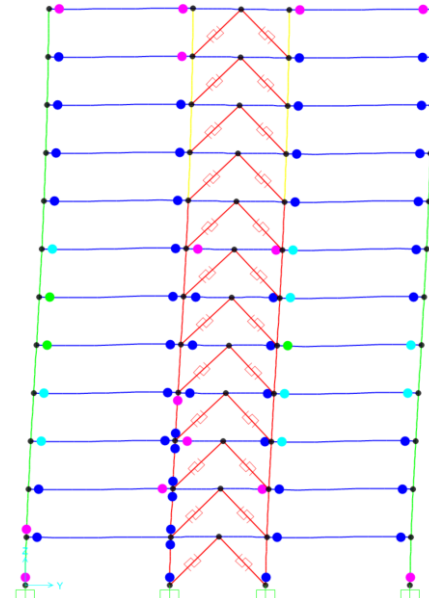
Sin disipadores-Y



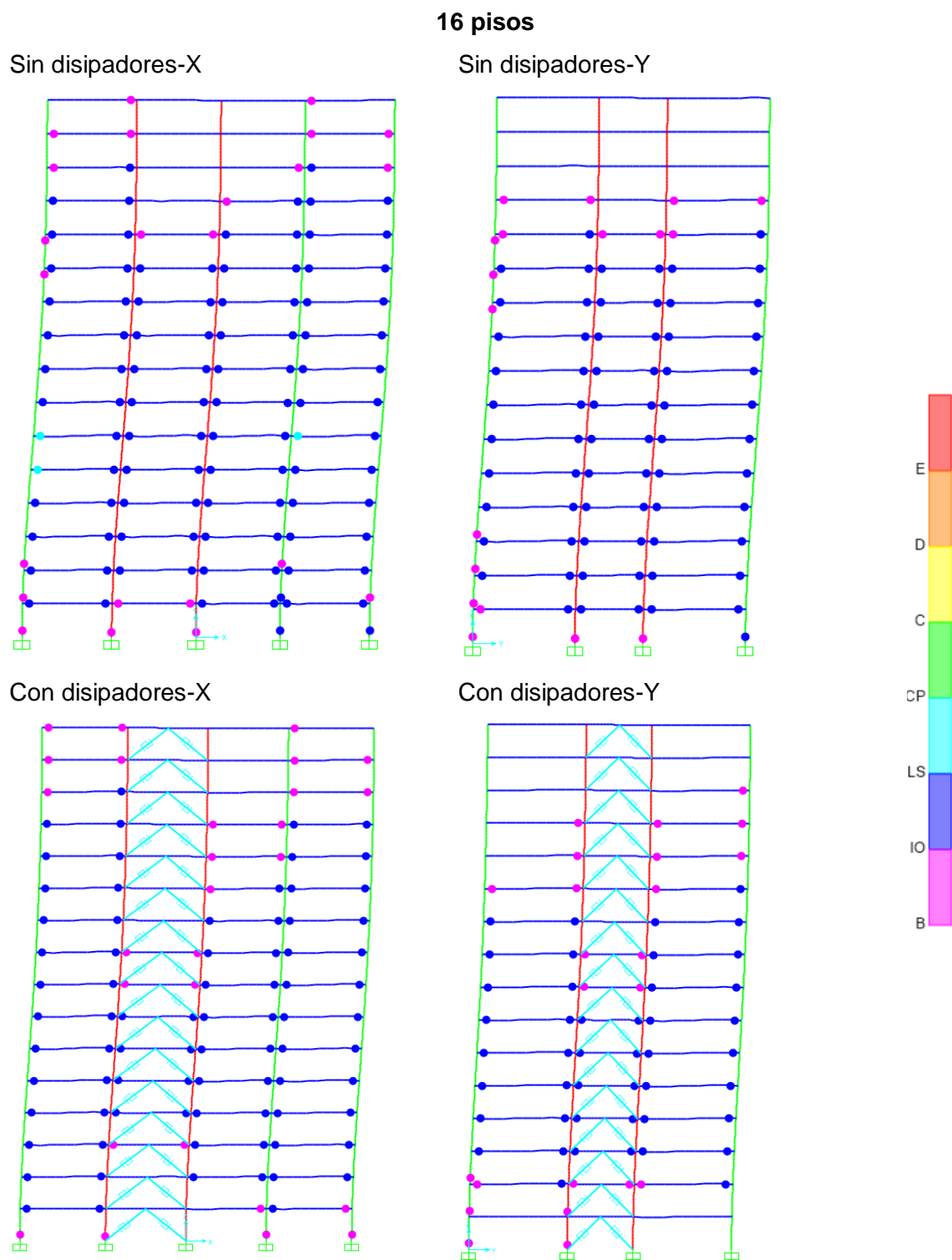
Con disipadores-X



Con disipadores-Y



Elaboración propia.

Figura 7-16: Plastificación las edificaciones analizadas para la carga del MCE (16 pisos)

Elaboración propia.

7.7 Coeficiente de disipación de energía

En este numeral se enumeran los valores obtenidos de coeficiente de disipación de energía para las cuatro metodologías empleadas, tanto para el sismo de diseño como para el sismo máximo considerado en cada dirección.

En la Tabla 7-27 se presentan los valores obtenidos para el coeficiente de disipación de energía en el sismo de diseño, se puede apreciar que R disminuye a medida que la altura de la estructura es mayor. Sin embargo, en la edificación de 4 pisos este comportamiento no ocurre porque su periodo se encuentra en la zona de la meseta del espectro de aceleración de diseño.

Comparando los diferentes valores de R obtenidos, se encuentra una desviación estándar de máximo 0.60 para las estructuras, lo que muestra una relación entre los valores obtenidos en las diferentes metodologías.

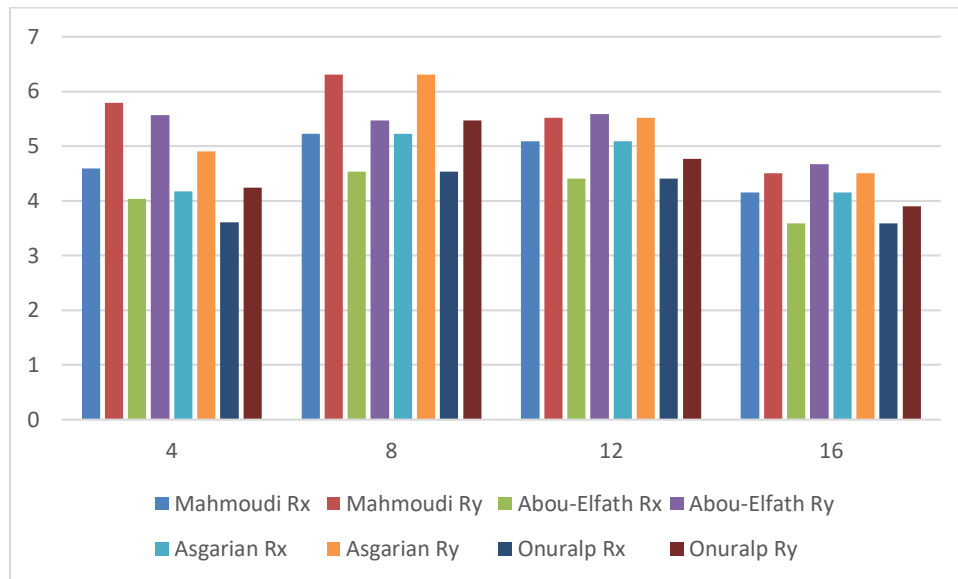
Luego de determinar el valor del coeficiente de disipación de energía en las cuatro estructuras, para ambas direcciones por medio de las cuatro metodologías evaluadas se obtiene un valor de R máximo de 6.31 para la estructura de ocho niveles en el sentido X. Este valor es inferior al valor de 7 propuesto en la norma.

Otras investigaciones referentes al coeficiente de disipación de energía como Ardila (2016) para sistema combinado de pórticos y columnas y Valencia (2008) para sistemas porticados en acero, también obtuvieron valores inferiores a la normatividad, por lo cual se observa que se debe prestar mayor atención al usar el valor propuesto en la normatividad.

Tabla 7-27: Determinación de R para el sismo de diseño (MCD)

Pisos	Mahmoudi		Abou-Elfath		Asgarian		Onuralp		Desviación (σ)	
	Rx	Ry	Rx	Ry	Rx	Ry	Rx	Ry	X	Y
4	4.59	5.79	4.04	5.57	4.17	4.9	3.61	4.24	0.34	0.60
8	5.23	6.31	4.53	5.47	5.23	6.31	4.53	5.47	0.35	0.42
12	5.09	5.52	4.41	5.59	5.09	5.52	4.41	4.77	0.34	0.33
16	4.15	4.5	3.59	4.67	4.15	4.5	3.59	3.9	0.28	0.29

Elaboración propia.

Figura 7-17: Valores de coeficiente de disipación de energía

Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 7-17 donde se muestran los valores del coeficiente de disipación de energía de manera gráfica que en todos los casos el valor de R en la dirección de X (donde hay un mayor número de vanos y su rigidez es más alta) es menor a la dirección Y.

En la Tabla 7-28 se presentan los resultados de coeficiente de disipación de energía para el sismo máximo considerado (MCE). Este análisis se realiza con el fin de observar la incidencia de la magnitud de la solicitación sísmica en la disipación de energía de la estructura.

Se aprecia que en todos los casos el valor del coeficiente de disipación de energía es en promedio entre 1.37 y 1.79 veces mayor cuando se considera el sismo extremo a cuando se realiza el análisis para el sismo de diseño. Esto refleja que una mayor demanda sísmica implica un mayor nivel de ductilidad, y por lo tanto, un incremento en el valor del coeficiente de disipación de energía.

Los valores de R aumentan a una mayor solicitación sísmica porque se permite un mayor nivel de plastificación teniendo ciclos de histéresis más amplios, tanto en los elementos del sistema de disipación como en los elementos del sistema de resistencia sísmica, lo que conduce al incremento del amortiguamiento histerético de la estructura.

Tabla 7-28: Determinación de R para el sismo MCE

Pisos	Mahmoudi		Abou-Elfath		Asgarian		Onuralp		Desviación (σ)	
	Rx	Ry	Rx	Ry	Rx	Ry	Rx	Ry	X	Y
4	7.26	10.38	6.33	9.6	5.7	7.12	4.94	6.17	0.85	1.72
8	8.46	9.68	7.33	8.38	8.46	9.68	7.33	8.38	0.565	0.65
12	8.08	8.64	7	8.65	8.08	8.64	7	7.47	0.54	0.50
16	6.4	6.53	5.54	6.55	6.4	6.53	5.54	5.65	0.43	0.38

Elaboración propia.

7.8 Comparación con estructura combinada

Como se menciona al inicio del capítulo 6 para las estructuras del presente trabajo se toma la configuración geométrica, las cargas sobreimpuestas, cargas vivas, la zona de amenaza sísmica y la altura de los niveles, a partir de la investigación de la evaluación del R en estructuras con un sistema estructural combinado de muros y pórticos en concreto (Ardila Valencia, 2016). Lo anterior con el objetivo de analizar el comportamiento de una estructura en pórticos de concreto con riostras de pandeo restringido en comparación a una estructura convencional.

Se identifica que cuando se implementa un sistema de disipación se logran obtener estructuras más esbeltas con menores secciones y una reducción de hasta el 16% del peso, como se presenta en Tabla 7-29. Esto evidencia que al requerirse un menor cortante basal en las estructuras se reducen las dimensiones de los elementos estructurales al no requerir una rigidez tan alta para poder controlar los desplazamientos de la estructura.

Tabla 7-29: Comparación peso de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo

Pisos	Peso del edificio (kN)		Diferencia de peso
	Sistema combinado (Ardila Valencia, 2016)	Sistema de RPR	
4	25143	22266	13%
8	57106	53772	6%
12	92702	83900	10%
16	134085	116056	16%

Elaboración propia.

Adicionalmente, cuando las estructuras son más esbeltas se incrementa su grado de flexibilidad. El requerimiento de las normas respecto al control de derivas obliga a las estructuras que sean lo suficientemente rígidas para que puedan resistir la carga sísmica sin generar grandes desplazamientos, en las estructuras con sistema de disipación este control de desplazamiento se logra a partir del amortiguamiento producido por el sistema de disipación.

En la Tabla 7-30, Tabla 7-31, Tabla 7-32 y Tabla 7-33 se realiza la comparación del periodo para los primeros cuatro modos en el sentido X de las estructuras, en donde se observa que las estructuras con sistema de disipación tiene un mayor periodo fundamental, lo que refleja una mayor flexibilidad, .

Adicionalmente generan una mayor participación en el modo fundamental de la estructura, lo que genera que en una menor cantidad de modos se logre el 90% de la participación de masa efectiva en las 4 estructuras.

Tabla 7-30: Comparación periodo de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo. (estructura de 4 niveles – sentido X)

Estructura	Sistema de RPR		Sistema combinado (Ardila Valencia, 2016)	
	Periodo	Participación	Periodo	Participación
Modo 1	0.503 s	85.8 %	0.261 s	70.1 %
Modo 2	0.168 s	7.8 %	0.210 s	6.9 %
Modo 3	0.101 s	4.0 %	0.069 s	17.3 %
Modo 4	0.077 s	0.6 %	0.035 s	4.2 %
Σ		98.2%		98.5%

Elaboración propia.

Tabla 7-31: Comparación periodo de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo. (estructura de 8 niveles – sentido X)

Estructura	Sistema de RPR		Sistema combinado (Ardila Valencia, 2016)	
	Periodo	Participación	Periodo	Participación
Modo 1	0.839 s	80.5 %	0.626 s	67.0 %
Modo 2	0.277 s	10.9 %	0.520 s	5.9 %
Modo 3	0.156 s	4.0 %	0.166 s	15.5 %
Modo 4	0.108 s	1.8 %	0.162 s	1.17 %
Σ		97.2%		89.57

Elaboración propia.

Tabla 7-32: Comparación periodo de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo. (estructura de 12 niveles – sentido X)

Estructura	Sistema de RPR		Sistema combinado (Ardila Valencia, 2016)	
	Periodo	Participación	Periodo	Participación
Modo 1	1.236 s	78.2 %	0.994 s	66.8 %
Modo 2	0.401 s	11.4 %	0.830 s	5.0 %
Modo 3	0.223 s	4.2 %	0.269 s	13.9 %
Modo 4	0.152 s	1.9 %	0.220 s	1.5 %
Σ		95.7%		86.4

Elaboración propia.

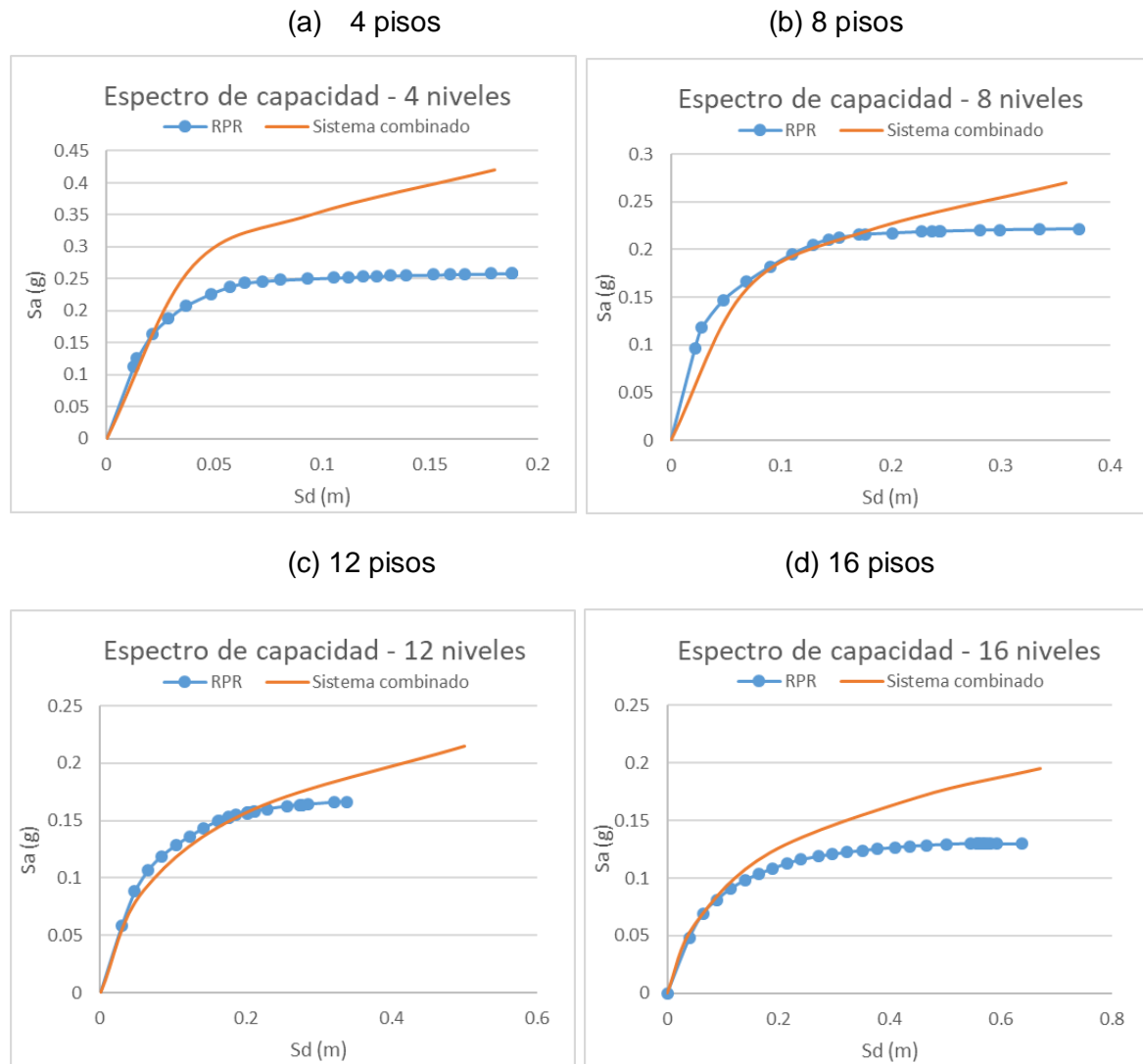
Tabla 7-33: Comparación periodo de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo. (estructura de 16 niveles – sentido X)

Estructura	Sistema de RPR		Sistema combinado (Ardila Valencia, 2016)	
	Periodo	Participación	Periodo	Participación
Modo 1	1.677 s	76.9 %	1.399 s	67.5 %
Modo 2	0.536 s	11.4 %	1.134 s	3.1 %
Modo 3	0.298 s	4.4 %	0.375 s	13.7 %
Modo 4	0.202 s	1.9 %	0.305 s	1.4 %
Σ		94.6%		85.7%

Elaboración propia.

En la Figura 7-18 se presenta la comparación de la capacidad de las estructuras trabajando con ambos sistemas estructurales. Se aprecia como ambas estructuras en el rango lineal tienen una rigidez similar, a diferencia de la estructura de 8 niveles donde la rigidez del sistema de arriostramientos restringido al pandeo presenta una mayor rigidez, es notable como aun cuando estas estructuras con elementos de disipación son más livianas, logran tener una rigidez mayor que la de los sistemas convencionales.

Figura 7-18: Comparación espectro de capacidad de sistemas combinados (Ardila Valencia, 2016) vs. sistemas con disipadores (RPR).



Elaboración propia.

Observando el punto de desempeño de las estructuras (Tabla 7-34), se encuentra que el valor de cortante basal que se deben tomar con sistema de arriostramientos restringidos al pandeo como en sistema combinado es similar, sin embargo, el desplazamiento de la estructura es mayor en el sistema combinado, lo que se traduce en un nivel superior de plastificación y daño para los elementos del sistema de resistencia sísmica.

Tabla 7-34: Comparación desplazamiento y cortante en el punto de desempeño.

Pisos	Sistema combinado (Ardila Valencia, 2016)		Sistema de RPR		Diferencia	
	D [m]	V[kN]	D [m]	V[kN]	D [m]	V[kN]
4	0.115	7197	0.099	6483.35	16%	11%
8	0.197	9318	0.143	9464.13	38%	2%
12	0.271	10868	0.199	10516.93	36%	3%
16	0.32	12920	0.293	10661.48	9%	21%

Elaboración propia.

El valor del cortante basal para el punto de desempeño es similar entre ambos sistemas, sin embargo, al observar el cortante de diseño (Tabla 7-35) se encuentra que para las estructuras de 8, 12 y 16 pisos el valor es hasta un 53% mayor en las estructuras sin disipación de energía. Esto se genera porque las estructuras con sistemas de disipación son más flexibles, lo que permite un S_a menor para el análisis sísmico, adicionalmente, para la obtención del cortante basal en la estructura con sistema de disipación se utilizaron los parámetros de la ASCE 7-16, donde se contempla el amortiguamiento que provee los arriostramientos a la estructura.

Tabla 7-35: Comparación cortante de diseño.

Pisos	Sistema combinado (Ardila Valencia, 2016)		Sistema de RPR		Diferencia	
	Vx [kN]	Vy [kN]	Vx [kN]	Vy [kN]	D [m]	V[kN]
4	3329	3330	3465.64	3455.08	-4%	-4%
8	6344.6	6624.8	5441.75	5122.66	17%	29%
12	8392.2	7395.6	5833.76	5364.52	44%	38%
16	9461.8	8780.2	6171.63	6125.84	53%	43%

Elaboración propia.

Adicionalmente se encuentra que los valores de coeficiente de disipación de energía son más altos en las estructuras con arriostramientos restringidos al pandeo como se aprecia en la Tabla 7-36, lo que indica que la implementación de sistemas de disipación logra una estructura más esbelta y con una mayor disipación de energía.

Tabla 7-36: Comparación coeficiente de disipación de energía de las estructuras sistema combinado contra arriostramientos restringidos al pandeo.

Pisos	R		
	Sistema combinado (Ardila Valencia, 2016)	Sistema de RPR	
		Min	Max
4	3.17	3.61	4.59
8	3.28	4.53	5.23
12	3.52	4.41	5.09
16	3.31	3.59	4.15

Elaboración propia.

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1 Conclusiones

A continuación, se desarrollan las conclusiones generadas a partir de la presente investigación.

8.1.1 Conclusiones generales

- La implementación de arriostramientos restringidos al pandeo en edificaciones de concreto reforzado, aporta rigidez por parte del sistema de disipación y genera disipación de energía por medio de la plastificación de la zona de fluencia cumpliendo con los requisitos de diseño. Teniendo en cuenta lo anterior, se generan estructuras más livianas y flexibles.
- Se requiere considerar la interacción del comportamiento no lineal del sistema de resistencia con el sistema de disipación para determinar las propiedades mecánicas de los arriostramientos. Lo anterior, con el fin de que el sistema de disipación genere un amortiguamiento en la estructura que reduzca el daño de los elementos del sistema de resistencia sísmica además de aportar rigidez a la estructura. El enfoque en la deriva de fluencia constante propuesto por Oviedo, permite garantizar que el sistema de disipación entre en fluencia y disipe energía antes que plastifiquen los elementos del sistema de resistencia sísmica.
- Los códigos de diseño establecen un valor de R constante para cada sistema estructural, pero, para el evaluado en la presente investigación, se encuentra que parámetros como la configuración y la altura de la estructura están directamente relacionados con la determinación del coeficiente. Estos resultados son consistentes a los encontrados en otras investigaciones como Ardila (2016) y Valencia (2008).

- Tanto para sistemas de pórticos en concreto resistentes a momentos (DES) como en el caso de sistema combinado de pórticos y muros (DES), la NSR-10 establece un valor del coeficiente de disipación de energía de 7. Sin embargo, se encuentra que tanto los valores del sistema combinado de pórticos con muros evaluados por Ardila (2016) como en el sistema de pórticos de concreto incluyendo un sistema de disipación determinados en este trabajo presentan valores menores a los de la normativa.

8.1.2 Conclusiones de análisis

- La implementación de la metodología de enfoque en deriva de fluencia constante de Oviedo permite un proceso iterativo de mejora del sistema de disipación, permitiendo encontrar el equilibrio entre un sistema de disipación que aporte la mayor rigidez a la estructura y que al mismo tiempo entre en fluencia disipando la energía antes de que los elementos del sistema de resistencia sísmica entren en fluencia, permitiendo así una reducción en el daño de la estructura.
- La metodología aplicada en el presente trabajo conduce a un análisis y diseño de estructuras con arriostramientos restringidos al pandeo, en el cual las riostras actúan como un sistema de protección sísmica que genera disipación de energía a través de la plastificación de su núcleo de fluencia, y no solamente como un sistema de riostras avanzadas.
- La modelación de los disipadores de arriostramiento restringido al pandeo en el presente trabajo se emplearon elementos tipo link controlados por el modelo de Wen, esto permite considerar su aporte de rigidez y su comportamiento no lineal en el análisis de la estructura, pero no permite realizar una evaluación directa al disipador.
- Al comparar las estructuras con sistema de disipación con las de sistema combinado, se encuentra que aun cuando las estructuras con arriostramientos presentan un menor peso, poseen una capacidad similar en el cortante basal y debido a su amortiguamiento sísmico, conducen a un desplazamiento de techo menor en el punto de desempeño logrando disminuir el nivel de daño en la estructura.

8.1.3 Conclusiones de diseño

- Ubicar los arriostramientos restringidos al pandeo en los vanos interiores genera una menor carga de solicitaciones a tracción sobre las columnas, permitiendo un mayor nivel de ductilidad de la estructura.
- La implementación del sistema de disipación genera una reducción significativa del desplazamiento de techo y un incremento del cortante basal en el punto de desempeño de la estructura, lo que conlleva a un menor daño de los elementos del sistema de resistencia sísmica en comparación con el comportamiento de una estructura sin arriostramientos restringidos al pandeo.
- Se aprecia un incremento del coeficiente de disipación de energía al analizar el sismo máximo considerado (MCE) en comparación al valor obtenido en el marco del sismo de diseño (MCD). Esto se presenta porque a mayor nivel de plastificación de los elementos, se genera un incremento en la demanda efectiva de ductilidad de la estructura.
- A mayor altura se genera un aumento de la flexibilidad de la estructura, lo que genera que el desplazamiento de fluencia se incremente. Este aumento del desplazamiento de fluencia genera una menor demanda de ductilidad efectiva de la estructura ante las cargas sísmicas, por lo cual el valor del R disminuye con el incremento de la altura.
- En el presente trabajo se obtienen los diferentes valores del coeficiente de disipación de energía calculados de acuerdo con las cuatro metodologías presentadas. Los resultados obtenidos evidencian una correspondencia entre las diferentes metodologías al obtener valores de R cercanos.
- La implementación de arriostramientos restringidos al pandeo con una mayor sección en la estructura, genera mayor rigidez al sistema total. Sin embargo, se debe considerar que el desplazamiento de fluencia del sistema de disipación sea menor que desplazamiento de fluencia del sistema de resistencia sísmica, con el propósito de que se genere amortiguamiento histerético antes de que se inicie el daño en los elementos de resistencia sísmica y así disminuir el nivel de daño en estos.

8.2 Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante el desarrollo de esta investigación, se presentan a continuación las principales recomendaciones tanto para quienes deseen implementar el diseño de pórticos de concreto con arriostramientos restringidos al pandeo como para futuros temas de desarrollo para ampliar el conocimiento en este tipo de proyectos.

8.2.1 Recomendación en implementación de diseño

- El valor de coeficiente de disipación de energía encontrado para las estructuras es inferior al definido en la tabla 12.2-1 de la ASCE 7/16, por lo cual, es recomendable el empleo de un método no lineal que permita evaluar con mayor precisión el nivel de plastificación que presentan los elementos de la estructura. Teniendo en cuenta que el parámetro del R varía dependiendo de la configuración estructural, la demanda sísmica, el número de pisos y otros factores que no se contemplan en las normativas al entregar un solo valor de R por sistema estructural.
- El empleo del análisis modal espectral para el análisis de la estructura por el ASCE 7/16 limita el amortiguamiento total de la estructura a un 35%, la implementación de un análisis no lineal dinámico como lo recomienda la norma evita este tipo de limitaciones.
- Es importante resaltar que las normativas existentes en Colombia no tienen en cuenta que para una mayor demanda sísmica se genera un aumento en la disipación de energía, por lo cual se deberían presentar diferencias en el valor del R.

8.2.2 Recomendación para investigación

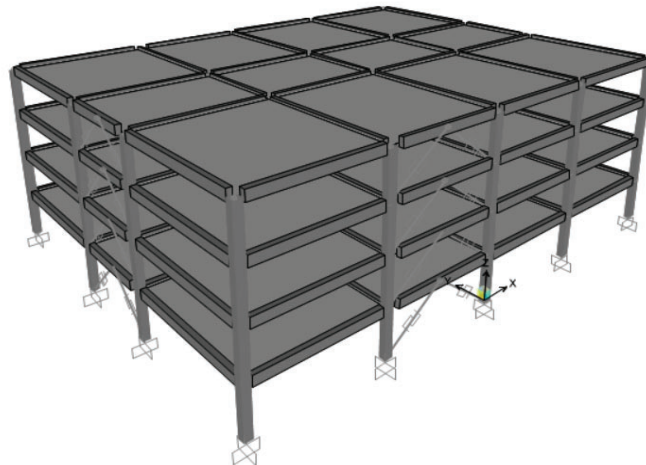
- En el presente trabajo se desarrollan estructuras sin ningún tipo de irregularidad en planta o en altura, es importante en futuras investigaciones la evaluación de estructuras con irregularidades para evaluar la incidencia de estas sobre el comportamiento de la estructura y el coeficiente de disipación de energía.
- Para futuros estudios se recomienda realizar cálculos del coeficiente de disipación de energía para configuraciones diferentes de riostras como: tipo V o tipo X. Lo

anterior, teniendo en cuenta que en la bibliografía estudiada se establece que el valor del R varía según el tipo de configuración.

- La evaluación del comportamiento de los arriostramientos restringidos al pandeo y las conexiones de estos disipadores a los pórticos de concreto requiere un mayor nivel de investigación experimental y de modelación numérica por el método de elementos finitos con el fin de garantizar bajo un comportamiento no lineal que la fluencia del sistema de resistencia sísmica o de la conexión no afecten el trabajo del disipador.
- En el presente trabajo se realiza la comparación del sistema sin disipadores contra el sistema con disipadores, sin embargo, es importante aclarar que el sistema sin disipadores no cumple los requisitos de norma por sí solo sin el sistema de disipación. En una futura investigación se puede realizar esta comparación diseñando la estructura sin disipadores que cumpla los requisitos de la normatividad evaluada con el fin de entender a profundidad las ventajas del empleo del sistema de disipación en una estructura aporticada de concreto.
- Teniendo en cuenta que las estructuras evaluadas sin disipadores para el 75% de la carga sísmica no cumplen los requisitos de rigidez y de resistencia contemplados en la NSR-10, y que luego al implementar el sistema de disipación se genera una mejora en el comportamiento, rigidez y diseño de la estructura. Se considera que los arriostramientos restringidos al pandeo pueden generar un buen desempeño en la rehabilitación y/o reparación de edificaciones con pórticos de concreto, por lo cual se recomienda generar mayor investigación al respecto.
- Es importante definir con criterio la metodología a utilizar para determinar el coeficiente de disipación de energía en cada sistema estructural, teniendo en cuenta que presentan valores diferentes del R , cada metodología se ajusta a los criterios que tiene en cuenta cada investigador.

A. Anexo 1: Análisis y Diseño de la estructura de 4 pisos.

MODELO ESTRUCTURAL



SECCIONES

SECCION	TIPO
V60X30	VIGAS

SECCION	TIPO
C60X50	COLUMNA CENTRALES
C50X40	COLUMNA LATERALES

MATERIALES

CONCRETO COLUMNAS		CONCRETO VIGAS		ACERO REFUERZO	
f'c [MPa]	28	f'c [MPa]	28	fy [MPa]	420
Ec [MPa]	24870	Ec [MPa]	24870	Es [MPa]	200000

AVALUO DE CARGAS


CARGA MUERTA

	[kN/m ²]	[kg/m]
Cielo Raso en PVC (e=15mm)	0,22	
Loseta Superior	1,2	
Viguetas	1,2	
Acabados y mortero de nivelación	1,1	
Muros interiores	2,5	
Sobreimpuesta	6,22	

Cielo Raso en PVC (e=15mm)	0,22	
Loseta Superior	1,20	
Viguetas	1,20	
Acabados y mortero de nivelación	1,10	
Impermeabilizante	0,10	
Sobreimpuesta cubierta	3,82	

CARGA VIVA

	[kN/m ²]	[kg/m]
Viva	2,0	
Viva cubierta (Terraza)	2,0	

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.1.2	Verificación carga vertical modelo	2020

PESO PROPIO

Vigas

Seccion	B [m]	H[m]	L[m]	F.M	W [kN]
V60X30	0,30	0,60	976,00	1,00	4216,32
Σ					4216,32

Columnas

Seccion	B [m]	H[m]	L[m]	W [kN]
C60X50	0,6	0,5	72	518,40
C50X40	0,5	0,4	168	806,40
Σ			1324,80	

	A Mano [kN]	ETABS [kN]	Error
Peso Propio Estructura [kN]	5541,1	5541,12	0,00%

CARGA MUERTA SOBRE IMPUESTA


Carga	w [kN/m ² - kN/m - kN]	A , L [m ² - m]	Manual [kN]	ETABS [kN]	Error
Sobreimpuesta	6,22	2232,00	13883,04	16725,05	0,00%
Sobreimpuesta cubierta	3,82	744,00	2842,08		
Σ			16725,12	16725,05	0,00%

CARGA VIVA

Carga	w [kN/m ² - kN/m - kN]	A , L [m ² - m]	Manual [kN]	ETABS [kN]	Error
Viva	2,00	2232,00	4464,00	4463,93	0,00%
Viva cubierta (Terraza)	2,00	744,00	1488,00	1487,99	0,00%
Σ			5952,00	5951,92	0,00%

Carga Vertical Total

	A Mano [kN]	SAP [kN]	Error
Carga Muerta [kN]	22266	22266	0,00%
Carga Viva [kN]	5952	5952	0,00%
Σ	28218	28218	0,00%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.1.3	Irregularidades	2020

Irregularidades en planta

Irregularidad Torsional:

SISMO X			
PUNTO	X [m]	Y [m]	Δ [m]
5	0,07474	0,00555	0,07494
68	0,07474	0,00555	0,07494
341	0,07474	0,00555	0,07494
404	0,07474	0,00555	0,07494

SISMO Y			
PUNTO	X [m]	Y [m]	Δ [m]
5	0,00556	0,08528	0,08546
68	0,00556	0,08528	0,08546
341	0,00556	0,08527	0,08545
404	0,00556	0,08527	0,08545

Irregularidad Torsional en Y						
PUNTOS	$\Delta 1$ [m]	$\Delta 2$ [m]	criterios		VERIFICACIÓN	
			C1 [m]	C2 [m]		
			1.2 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1.4 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1aP	1bP
5-68	0,07494	0,07494	0,08993	0,10492	Ok!!!	Ok!!!
68-341	0,07494	0,07494	0,08993	0,10492	Ok!!!	Ok!!!
341-404	0,07494	0,07494	0,08993	0,10492	Ok!!!	Ok!!!
404-5	0,07494	0,07494	0,08993	0,10492	Ok!!!	Ok!!!

Irregularidad Torsional en X						
PUNTOS	$\Delta 1$ [m]	$\Delta 2$ [m]	criterios		VERIFICACIÓN	
			C1 [m]	C2 [m]		
			1.2 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1.4 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1aP	1bP
5-68	0,08546	0,08546	0,10255	0,11964	Ok!!!	Ok!!!
68-341	0,08546	0,08545	0,10254	0,11963	Ok!!!	Ok!!!
341-404	0,08545	0,08545	0,10254	0,11963	Ok!!!	Ok!!!
404-5	0,08545	0,08546	0,10254	0,11963	Ok!!!	Ok!!!

Según lo anterior NO se presenta Irregularidad Torsional.

Torsión Accidental

δ_{max_x} [m]=	0,07494	δ_{max_y} [m]=	0,08546
1.2 δ_{prom} =	0,090	1.2 δ_{prom} =	0,103
Ay=	1,000	Ax=	1,000
Torsion y =	5,0%	Torsion x =	5,0%

Retrocesos en las esquinas

A [m]=	N/A	Ok!!!
B [m]=	N/A	
C [m]=	N/A	
D [m]=	N/A	


Según lo anterior NO se presenta irregularidad por retrocesos en las esquinas.

Irregularidades en el diafragma:

1) $C \times D > 0.5 A \times B$		
A [m] =	N/A	Ok!!!
B [m] =	N/A	
C [m] =	N/A	
D [m] =	N/A	

2) $(C \times D \times E) > 0.5 A \times B$		
A [m] =	N/A	Ok!!!
B [m] =	N/A	
C [m] =	N/A	
D [m] =	N/A	
E [m] =	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad en el diafragma.

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.1.3	Irregularidades	2020

Desplazamientos de los planos de acción:

Esta irregularidad NO APLICA para esta estructura ya que no existen discontinuidades en las trayectorias de las fuerzas inducidas por el sismo.

Desplazamientos de los planos de acción:

Sistemas no paralelos:

Esta irregularidad NO APLICA para esta estructura ya que no existen discontinuidades en los ejes paralelos del sistema estructural.

Irregularidades en Altura

Piso flexible:

Esta irregularidad "No Aplica para la edificación ya que todos los elementos verticales son continuos en toda la altura del edificio.

Distribución de masa:

Masa piso superior [kg-masa] =	N/A	Ok!!!
Masa piso inferior [kg-masa] =	N/A	
Masa piso analizado [kg-masa] =	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Irregularidad geométrica:

a [m] =	N/A	Ok!!!
b [m] =	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Desplazamientos dentro del plano de acción de la carga:

a [m] =	N/A	Ok!!!
b [m] =	N/A	


Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Piso débil:

		Piso débil	Piso débil extremo
Area de columnas piso analizado [m2]=	N/A	Ok!!!	Ok!!!
Area de columnas piso superior [m2]=	N/A		

Según lo anterior NO se presenta irregularidad por Piso Débil.

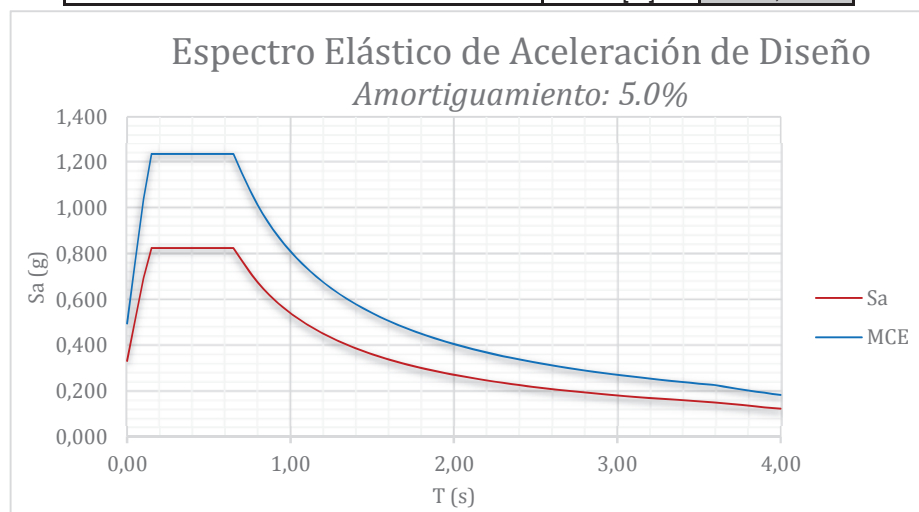
Regular

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 1.1.4	Calculo cargas de sismo	2020

PARAMETROS SISMICOS

	NSR-10
Aa	0,30
Av	0,30
I	1,00
Fa	1,10
Fv	1,50
T _c	0,65
T _L	3,60
Ro	7,00

Altura de La estructura	hn [m]	12,00
-------------------------	--------	-------



Según el análisis modal se tiene que:

T1 [seg]	0,51
-----------------	-------------

T2 [seg]	0,50
-----------------	-------------

Norma NSR - 10 ; Cap. A.4

Ct	0,047
α	0,90
Ta [seg]	0,44
Cu	1,21
Cu*Ta [seg]	0,53

s/n A.4.2-3

Periodos Definitivos en Cada Dirección


	T [seg]	Sa NSR-10	K	Vs
Y	0,51	0,83	1,01	18369,65
X	0,50	0,83	1,00	18369,65

Tx [seg]	0,51
T_{DEF} [seg]	0,51

Ty [seg]	0,50
T_{DEF} [seg]	0,50

Aceleración	
Sa NSR-10	0,825 g
K =	1,01

Aceleración	
Sa NSR-10	0,825 g
K =	1,00

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 1.1.4	Calculo cargas de sismo	2020

ANALISIS SISMICO NSR-10 (DIRECCIÓN X)

Nivel	W [kN]	h [m]	h acum. [m]	$W^* h_{acm}^K$	Cv	Fi [kN]
STORY4	4227,36	3,00	12,00	51618	0,320	5879,11
STORY3	6012,96	3,00	9,00	54955	0,341	6259,18
STORY2	6012,96	3,00	6,00	36533	0,227	4160,96
STORY1	6012,96	3,00	3,00	18178	0,113	2070,41
$\Sigma =$	22266			161285	1,000	18369,65

ANALISIS ESPECTRAL (DIRECCIÓN X)

	Sismo X			Verificación FHE		
	Vx Sx [kN]	VySx [kN]	V Sx [kN]	.8Vsx [kN]	Factor de mayoración	
Sismo	15737,499	0,045	15737,50	14695,718	1,00	

ANALISIS SISMICO NSR-10 (DIRECCIÓN Y)

Nivel	W [kN]	h [m]	h acum. [m]	$W^* h_{acm}^K$	Cv	Fi [kN]
STORY4	4227,36	3,00	12,00	51618	0,320	5879,11
STORY3	6012,96	3,00	9,00	54955	0,341	6259,18
STORY2	6012,96	3,00	6,00	36533	0,227	4160,96
STORY1	6012,96	3,00	3,00	18178	0,113	2070,41
$\Sigma =$	22266			161285	1,000	18369,65


ANALISIS ESPECTRAL (DIRECCIÓN Y)

	Sismo Y			Verificación FHE		
	Vx Sy [kN]	VySy [kN]	V Sy [kN]	.8Vsy [kN]	Factor de mayoración	
Sismo	0,045	15613,719	15613,72	14695,718	1,00	

PARTICIPACIÓN MODAL

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0,514	0,000	0,849	0,00	0,85
2	0,503	0,856	0,000	0,86	0,85
3	0,384	0,000	0,000	0,86	0,85
4	0,171	0,000	0,108	0,86	0,96
5	0,168	0,103	0,000	0,96	0,96
6	0,132	0,000	0,000	0,96	0,96
7	0,101	0,032	0,000	0,99	0,96
8	0,101	0,000	0,034	0,99	0,99
9	0,081	0,000	0,000	0,99	0,99
10	0,077	0,009	0,000	1,00	0,99
11	0,076	0,000	0,009	1,00	1,00
12	0,071	0,000	0,000	1,00	1,00

Ok!!!

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 1.1.4	Calculo cargas de sismo	2020
INDICE DE ESTABILIDAD (DIRECCION X)		

	Pi [kN]	Vi [kN]	hi [m]	Δ_{cm} [m]	Qi	Verificación
STORY4	4971,36	5879,11	3,00	0,009	0,003	Ok
STORY3	11728,32	12138,28	3,00	0,017	0,006	Ok
STORY2	18485,28	16299,24	3,00	0,023	0,009	Ok
STORY1	25242,24	18369,65	3,00	0,019	0,009	Ok

INDICE DE ESTABILIDAD (DIRECCION Y)

	Pi [kN]	Vi [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY4	4971,36	5879,11	3,00	0,010	0,003	Ok
STORY3	11728,32	12138,28	3,00	0,018	0,006	Ok
STORY2	18485,28	16299,24	3,00	0,024	0,009	Ok
STORY1	25242,24	18369,65	3,00	0,019	0,009	Ok

VERIFICACION DE RESTRICCION AL DESPLAZAMIENTO LATERAL (DIRECCION X)

	Pu [kN]	Vu [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY4	6560,83	1150,63	3,00	0,001	0,002	arriostrado
STORY3	15264,38	2269,22	3,00	0,002	0,005	arriostrado
STORY2	23967,94	3057,57	3,00	0,003	0,008	arriostrado
STORY1	32671,49	3465,64	3,00	0,003	0,008	arriostrado

VERIFICACION DE RESTRICCION AL DESPLAZAMIENTO LATERAL (DIRECCION Y)

	Pu [kN]	Vu [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY4	6560,83	1170,80	3,00	0,001	0,002	arriostrado
STORY3	15264,38	2281,53	3,00	0,002	0,005	arriostrado
STORY2	23967,94	3055,46	3,00	0,003	0,007	arriostrado
STORY1	32671,49	3455,08	3,00	0,002	0,007	arriostrado

CALCULO DEL COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACION DE ENERGIA

- Capacidad de disipación de energía

Acorde con el sistema estructural y la zona de amenaza sísmica permitida se tiene:


DES Ro =	7,00
----------	------

- Cálculo de irregularidades

Acorde con la NSR-10 Tabla A.3-6 y A.3-7, las irregularidades que existe para la estructura son:

REDUNDANCIA	SI / NO
Ausencia de Redundancia	NO
$\Phi_r =$	1,00

IRREGULARIDADES EN PLANTA	SI / NO
Irregularidad Torsional	NO
Retrocesos en las Esquinas	NO
Irregularidad en Diafragma	NO
Desplazamiento en plano de acción	NO
Sistemas No Paralelos	NO
$\Phi_p =$	1,0

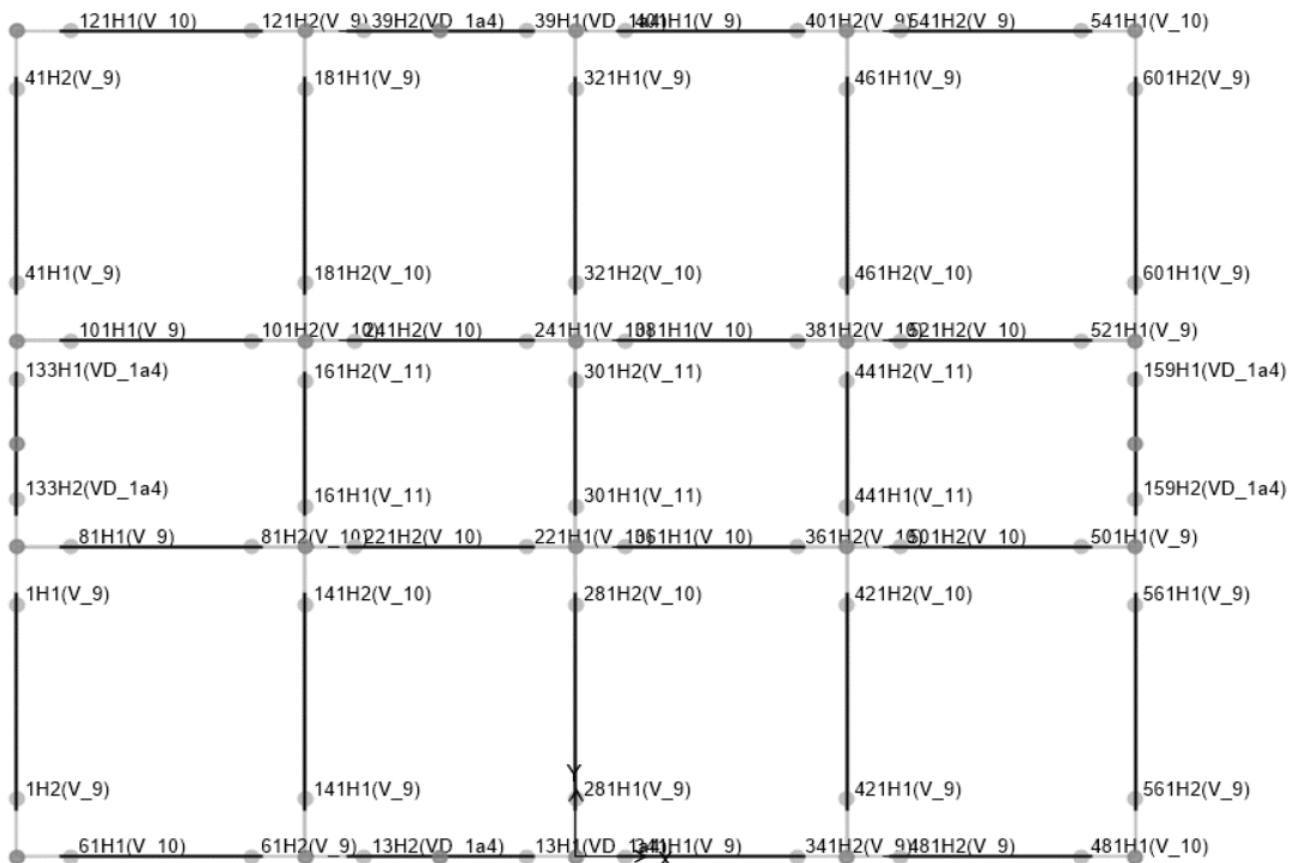
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.1.4	Calculo cargas de sismo	2020
IRREGULARIDADES EN ALTURA		SI / NO
Piso Flexible		NO
Distribución de Masa		NO
Geométrica		NO
Desplazamiento en el Plano de Acción		NO
Piso Débil		NO
$\Phi_a =$		1,0

- Coeficiente de Disipación de Energía (R)

$R = R_o \Phi_r \times \Phi_a \times \Phi_p =$	7,00
--	------

Se tiene en cuenta una Torsión accidental del 5% en X y del 5% en Y según A.3.6.7.1 de la NSR-10.

NIVELES 1 A 4



XTRACT Analysis Report

Section Name: V_2 4p
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -5743E-17 m
Y Centroid: 3.112E-3 m
Section Area: .1800 m²

Loading Details:

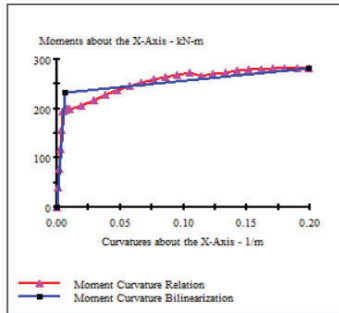
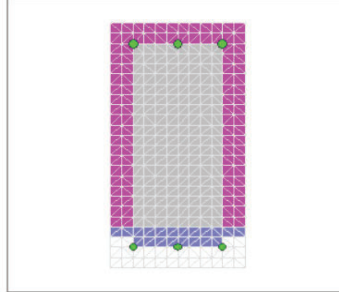
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Fy420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 5.012E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1991 1/m
Moment at First Yield: 195.3 kN-m
Ultimate Moment: 283.1 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8310E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 40.85E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1658 m
N.A. at Ultimate: .2052 m
Energy per Length: 50.51 kN
Effective Yield Curvature: 5.975E-3 1/m
Effective Yield Moment: 232.8 kN-m
Over Strength Factor: 1.216
EI Effective: 3.90E+7 N-m²
Yield EI Effective: 260.8E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .6694 %
Curvature Ductility: 33.32

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V30X60	VIGA	V_10
B		0,3 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		3#6
Refuerzo inferior		3#5



Momento de fluencia (+)	150,4 kN*m
Momento de fluencia (-)	232,8 kN*m

Momento último (+)	189,8 kN*m
Momento último (-)	283,1 kN*m

Curvatura última (+)	0,1825 1/m
Curvatura última (-)	0,1991 1/m

XTRACT Analysis Report

Section Name: V_2 4p
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -5743E-17 m
Y Centroid: 3.112E-3 m
Section Area: .1800 m²

Loading Details:

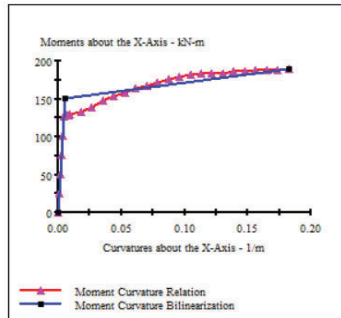
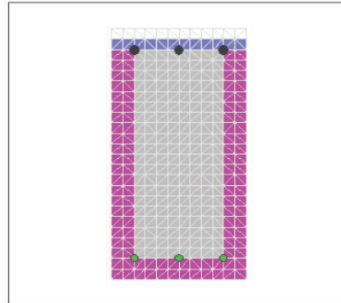
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Fy420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -4.690E-3 1/m
Ultimate Curvature: -1.825 1/m
Moment at First Yield: -127.4 kN-m
Ultimate Moment: -189.8 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8814E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 43.81E-3 Ten
N.A. at First Yield: -.1879 m
N.A. at Ultimate: -.2401 m
Energy per Length: 30.51 kN
Effective Yield Curvature: 5.537E-3 1/m
Effective Yield Moment: 150.4 kN-m
Over Strength Factor: -1.262
EI Effective: 2.72E+7 N-m²
Yield EI Effective: 222.3E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .8183 %
Curvature Ductility: 32.96

Comments:

User Comments



	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0836
D-	-0,2	-0,0598
C-	-1,22	-0,0597
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,26	0,0548
D	0,2	0,0549
E	0,2	0,0767

XTRACT Analysis Report

Section Name: V_3 4p
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: -5609E-17 m
Y Centroid: 1.778E-3 m
Section Area: .1800 m²

Loading Details:

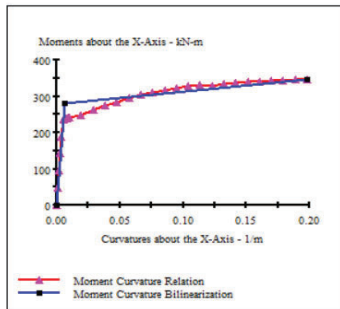
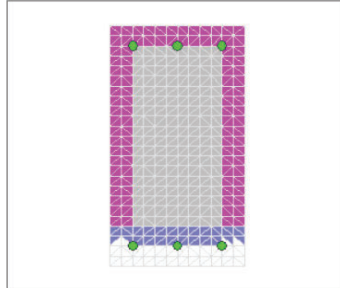
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Fy420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 5.121E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1982 1/m
Moment at First Yield: 236.2 kN-m
Ultimate Moment: 345.5 kN-m
Centroid Strain at Yield: .7974E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 40.81E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1557 m
N.A. at Ultimate: .2059 m
Energy per Length: 60.86 kN
Effective Yield Curvature: 6.053E-3 1/m
Effective Yield Moment: 279.2 kN-m
Over Strength Factor: 1.237
EI Effective: 4.61E+7 N-m²
Yield EI Effective: 345.2E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7483 %
Curvature Ductility: 32.74

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V30X60	VIGA	V_11
B		0,3 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		3#7
Refuerzo inferior		3#6



Momento de fluencia (+)	230 kN*m
Momento de fluencia (-)	279,2 kN*m

Momento último (+)	292,7 kN*m
Momento último (-)	345,5 kN*m

Curvatura última (+)	0,184 1/m
Curvatura última (-)	0,1982 1/m

XTRACT Analysis Report

Section Name: V_3 4p
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: -5609E-17 m
Y Centroid: 1.778E-3 m
Section Area: .1800 m²

Loading Details:

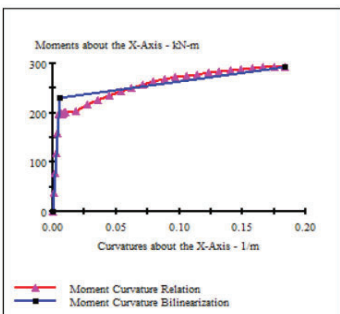
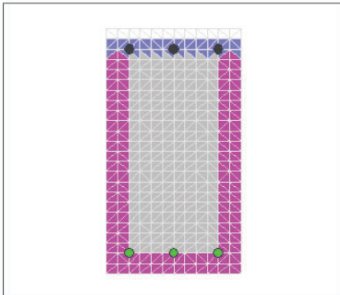
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Fy420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -4.937E-3 1/m
Ultimate Curvature: -.1840 1/m
Moment at First Yield: -195.8 kN-m
Ultimate Moment: -292.7 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8254E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 43.69E-3 Ten
N.A. at First Yield: -.1672 m
N.A. at Ultimate: -.2375 m
Energy per Length: 47.23 kN
Effective Yield Curvature: 5.800E-3 1/m
Effective Yield Moment: 230.0 kN-m
Over Strength Factor: -1.272
EI Effective: 3.97E+7 N-m²
Yield EI Effective: 351.6E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .8865 %
Curvature Ductility: 31.71

Comments:

User Comments



	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0832
D-	-0,2	-0,0596
C-	-1,237	-0,0595
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,273	0,0552
D	0,2	0,0553
E	0,2	0,0773

ANEXO 1.1.5

Definición de refuerzos y rótulas

2020

XTRACT Analysis Report

Section Name: V_1 4p
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -4476E-17 m
Y Centroid: .2007E-17 m
Section Area: .1800 m²

Loading Details:

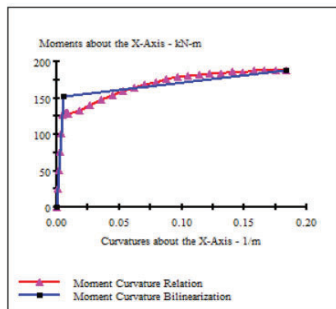
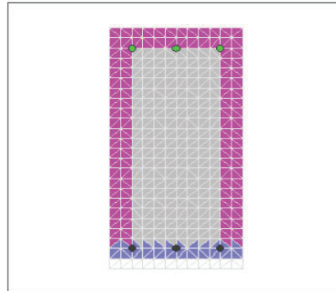
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

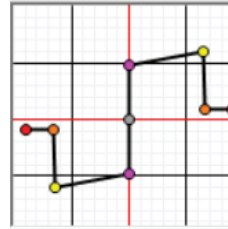
Failing Material: Fy420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 4.725E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1838 1/m
Moment at First Yield: 127.2 kN-m
Ultimate Moment: 187.8 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8874E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 44.05E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1878 m
N.A. at Ultimate: .2397 m
Energy per Length: 30.69 kN
Effective Yield Curvature: 5.646E-3 1/m
Effective Yield Moment: 152.0 kN-m
Over Strength Factor: 1.236
EI Effective: 2.69E+7 N-m²
Yield EI Effective: 201.4E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7483 %
Curvature Ductility: 32.55

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V30X60	VIGA	V_9
B		0,3 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		3#5
Refuerzo inferior		3#5



Momento de fluencia (+)	152 kN*m
Momento último (+)	187,8 kN*m
Curvatura última (+)	0,1838 1/m

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
A	0	0
B	1	0
C	1,236	0,0551
D	0,2	0,0552
E	0,2	0,0772

XTRACT Analysis Report

Section Name: V_D 4p
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -4893E-17 m
Y Centroid: -.1255E-17 m
Section Area: .1800 m²

Loading Details:

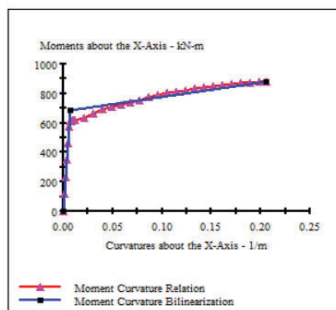
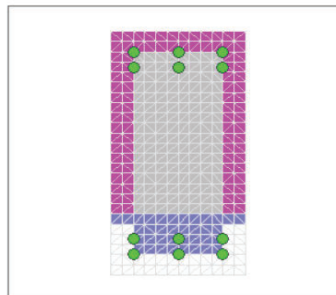
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

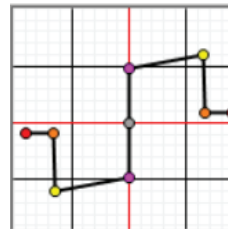
Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 5.929E-3 1/m
Ultimate Curvature: .2051 1/m
Moment at First Yield: 573.2 kN-m
Ultimate Moment: 881.1 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5861E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 29.57E-3 Ten
N.A. at First Yield: 98.85E-3 m
N.A. at Ultimate: .1442 m
Energy per Length: 157.4 kN
Effective Yield Curvature: 7.075E-3 1/m
Effective Yield Moment: 684.0 kN-m
Over Strength Factor: 1.288
EI Effective: 9.67E+7 N-m²
Yield EI Effective: 995.6E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 1.030 %
Curvature Ductility: 28.99

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V30X60	VIGA	V_D
B		0,3 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		6#8
Refuerzo inferior		6#8



Momento de fluencia (+)	684 kN*m
Momento último (+)	881,1 kN*m
Curvatura última (+)	0,2051 1/m

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
A	0	0
B	1	0
C	1,288	0,0615
D	0,2	0,0616
E	0,2	0,0861

Carga máxima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: 60x50 1,0%
Loading Name: Mmax
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4681E-17 m
Y Centroid: -.2047E-17 m
Section Area: .3000 m²

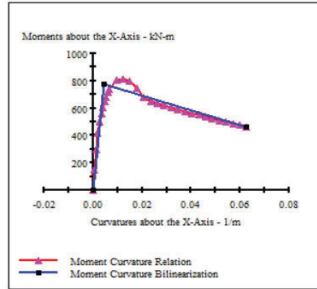
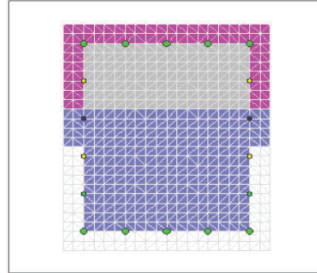
Loading Details:

Constant Load - P: 3360 kN
Incrementing Loads: Mmax Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.2442E-6 1/m
Curvature at First Yield: 3.379E-3 1/m
Ultimate Curvature: 62.64E-3 1/m
Moment at First Yield: 559.6 kN-m
Ultimate Moment: 462.2 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4145E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 4.862E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1227 m
N.A. at Ultimate: -.77.62E-3 m
Energy per Length: 37.62 kN
Effective Yield Curvature: 4.671E-3 1/m
Effective Yield Moment: 773.4 kN-m
Over Strength Factor: .5976
EI Effective: 1.66E+8 N-m²
Yield EI Effective: -5.368E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -3.242 %
Curvature Ductility: 13.41

Comments:
User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C60X50	COLUMNA	CC 60x50 1.0%
B		0,6 m
H		0,5 m

Refuerzo longitudinal	10#5-8#4
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	3360 kN

Carga máxima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: 60x50 1,0%
Loading Name: Mmax 45
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4681E-17 m
Y Centroid: -.2047E-17 m
Section Area: .3000 m²

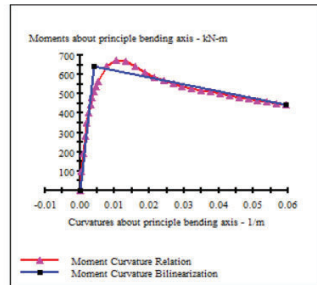
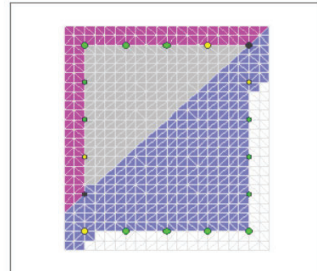
Loading Details:

Constant Load - P: 3360 kN
Incrementing Loads: Mmax and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.1726E-6 1/m
Curvature at First Yield: 2.576E-3 1/m
Ultimate Curvature: 59.38E-3 1/m
Moment at First Yield: 403.1 kN-m
Ultimate Moment: 444.2 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4439E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 2.156E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1724 m
N.A. at Ultimate: -.36.31E-3 m
Energy per Length: 31.31 kN
Effective Yield Curvature: 4.096E-3 1/m
Effective Yield Moment: 641.1 kN-m
Over Strength Factor: .6929
EI Effective: 1.56E+8 N-m²
Yield EI Effective: -3.561E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -2.276 %
Curvature Ductility: 14.50

Comments:
User Comments



Carga máxima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: 60x50 1,0%
Loading Name: Mmax 90
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4681E-17 m
Y Centroid: -.2047E-17 m
Section Area: .3000 m²

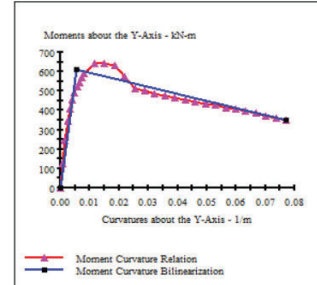
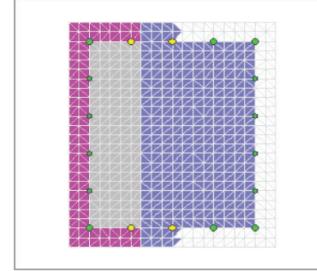
Loading Details:

Constant Load - P: 3360 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .8332E-10 1/m
Curvature at First Yield: 4.085E-3 1/m
Ultimate Curvature: 77.09E-3 1/m
Moment at First Yield: 453.6 kN-m
Ultimate Moment: 348.8 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4127E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 5.224E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1010 m
N.A. at Ultimate: -.67.76E-3 m
Energy per Length: 35.99 kN
Effective Yield Curvature: 5.491E-3 1/m
Effective Yield Moment: 609.7 kN-m
Over Strength Factor: .5720
EI Effective: 1.11E+8 N-m²
Yield EI Effective: -3.644E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -3.282 %
Curvature Ductility: 14.04

Comments:
User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: 60x50 1,0%
Loading Name: Mmin
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4681E-17 m
Y Centroid: -.2047E-17 m
Section Area: .3000 m²

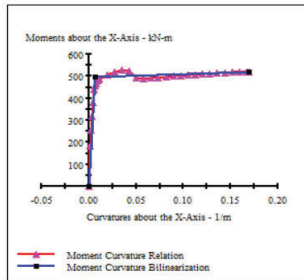
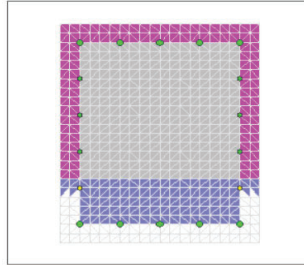
Loading Details:

Constant Load - P: 840.0 kN
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -8.115E-9 1/m
Curvature at First Yield: 5.807E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1689 1/m
Moment at First Yield: 438.6 kN-m
Ultimate Moment: 517.9 kN-m
Centroid Strain at Yield: .6167E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 20.83E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1062 m
N.A. at Ultimate: .1233 m
Energy per Length: 84.16 kN
Effective Yield Curvature: 6.603E-3 1/m
Effective Yield Moment: 498.7 kN-m
Over Strength Factor: 1.039
EI Effective: 7.55E+7 N-m²
Yield EI Effective: 118.4E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .1567 %
Curvature Ductility: 25.59

Comments:
User Comments



Carga mínima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: 60x50 1,0%
Loading Name: Mmin 45
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4681E-17 m
Y Centroid: -.2047E-17 m
Section Area: .3000 m²

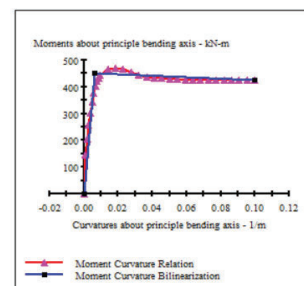
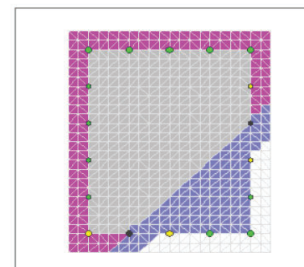
Loading Details:

Constant Load - P: 840.0 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -5.736E-9 1/m
Curvature at First Yield: 4.760E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1000 1/m
Moment at First Yield: 342.4 kN-m
Ultimate Moment: 423.7 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3672E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 10.06E-3 Ten
N.A. at First Yield: 77.14E-3 m
N.A. at Ultimate: .1006 m
Energy per Length: 42.42 kN
Effective Yield Curvature: 6.270E-3 1/m
Effective Yield Moment: 450.9 kN-m
Over Strength Factor: .9397
EI Effective: 7.19E+7 N-m²
Yield EI Effective: -290.1E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -.4034 %
Curvature Ductility: 15.95

Comments:
User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C60X50	COLUMNA	CC 60x50 1.0%
B		0,6 m
H		0,5 m

Refuerzo longitudinal	10#5-8#4
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	840 kN

XTRACT Analysis Report

Section Name: 60x50 1,0%
Loading Name: Mmin 90
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4681E-17 m
Y Centroid: -.2047E-17 m
Section Area: .3000 m²

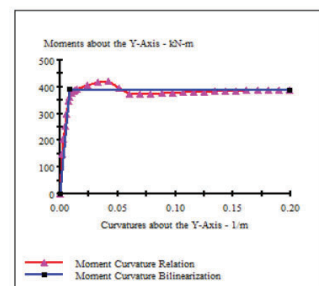
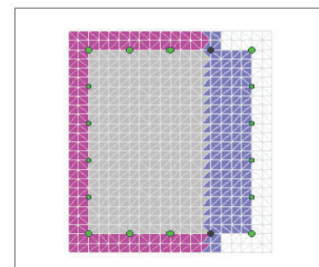
Loading Details:

Constant Load - P: 840.0 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .3912E-11 1/m
Curvature at First Yield: 7.141E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1988 1/m
Moment at First Yield: 345.3 kN-m
Ultimate Moment: 387.7 kN-m
Centroid Strain at Yield: .6404E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 18.10E-3 Ten
N.A. at First Yield: 89.68E-3 m
N.A. at Ultimate: 91.05E-3 m
Energy per Length: 75.74 kN
Effective Yield Curvature: 8.067E-3 1/m
Effective Yield Moment: 390.1 kN-m
Over Strength Factor: .9939
EI Effective: 4.84E+7 N-m²
Yield EI Effective: -12.50E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -25.86E-3 %
Curvature Ductility: 24.64

Comments:
User Comments



Carga máxima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 1.0%
Loading Name: Mmax
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -5575E-17 m
Y Centroid: -2134E-17 m
Section Area: .2000 m²

Loading Details:

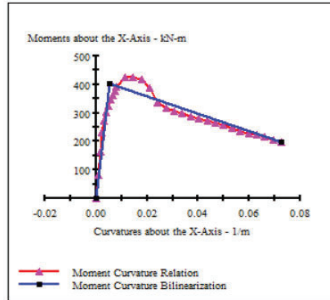
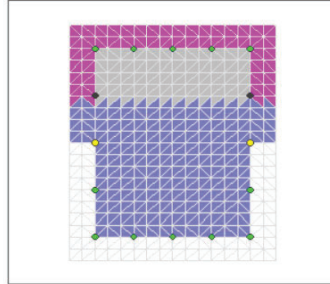
Constant Load - P: 2240 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -2376E-19 1/m
Curvature at First Yield: 4.070E-3 1/m
Ultimate Curvature: 72.56E-3 1/m
Moment at First Yield: 302.1 kN-m
Ultimate Moment: 198.5 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4165E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 6.092E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1023 m
N.A. at Ultimate: -83.96E-3 m
Energy per Length: 21.26 kN
Effective Yield Curvature: 5.421E-3 1/m
Effective Yield Moment: 402.3 kN-m
Over Strength Factor: .4933
EI Effective: 7.42E+7 N-m²
Yield EI Effective: -3.036E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -4.091 %
Curvature Ductility: 13.39

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C50X40	COLUMNA	CL 50x40 1.0%
B		0,5 m
H		0,4 m

Refuerzo longitudinal	16#4
Ref Cort. V2	2 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	2240 kN

Carga máxima y momento a 45°

Carga máxima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 1.0%
Loading Name: Mmax 45
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -5575E-17 m
Y Centroid: -2134E-17 m
Section Area: .2000 m²

Loading Details:

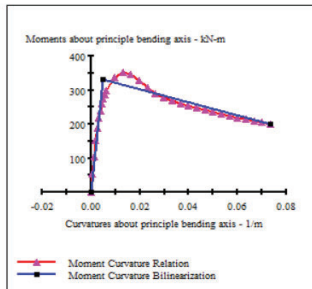
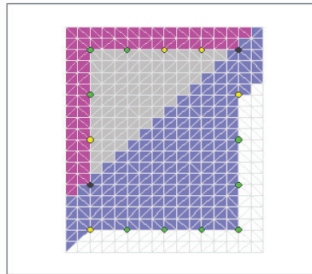
Constant Load - P: 2240 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -2722E-18 1/m
Curvature at First Yield: 3.179E-3 1/m
Ultimate Curvature: 73.55E-3 1/m
Moment at First Yield: 217.6 kN-m
Ultimate Moment: 200.4 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4447E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 3.098E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1399 m
N.A. at Ultimate: -42.13E-3 m
Energy per Length: 19.02 kN
Effective Yield Curvature: 4.820E-3 1/m
Effective Yield Moment: 330.0 kN-m
Over Strength Factor: .6073
EI Effective: 6.85E+7 N-m²
Yield EI Effective: -1.885E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -2.754 %
Curvature Ductility: 15.26

Comments:

User Comments



XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 1.0%
Loading Name: Mmax 90
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -5575E-17 m
Y Centroid: -2134E-17 m
Section Area: .2000 m²

Loading Details:

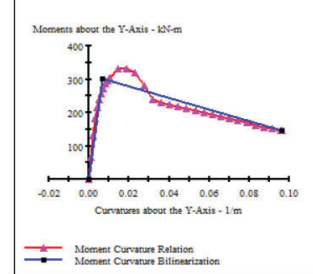
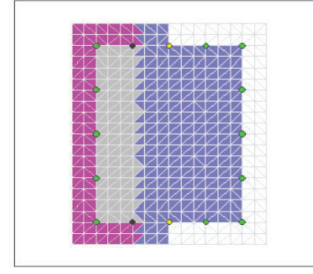
Constant Load - P: 2240 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -3612E-18 1/m
Curvature at First Yield: 5.146E-3 1/m
Ultimate Curvature: 96.14E-3 1/m
Moment at First Yield: 239.4 kN-m
Ultimate Moment: 145.8 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4136E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 6.381E-3 Comp
N.A. at First Yield: -80.37E-3 m
N.A. at Ultimate: -66.37E-3 m
Energy per Length: 21.03 kN
Effective Yield Curvature: 6.484E-3 1/m
Effective Yield Moment: 301.6 kN-m
Over Strength Factor: .4833
EI Effective: 4.65E+7 N-m²
Yield EI Effective: -1.738E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -3.737 %
Curvature Ductility: 14.83

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 1,0%
Loading Name: Mmin
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24-11-2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -5575E-17 m
Y Centroid: -2134E-17 m
Section Area: .2000 m²

Loading Details:

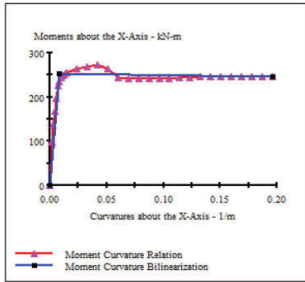
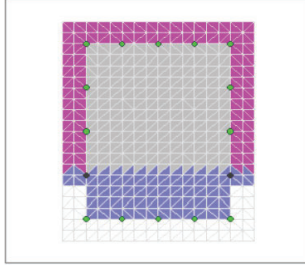
Constant Load - P: 560.0 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .1886E-19 1/m
Curvature at First Yield: 7.099E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1967 1/m
Moment at First Yield: 225.1 kN-m
Ultimate Moment: 246.8 kN-m
Centroid Strain at Yield: .6486E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 17.69E-3 Ten
N.A. at First Yield: 91.36E-3 m
N.A. at Ultimate: 89.97E-3 m
Energy per Length: 48.17 kN
Effective Yield Curvature: 7.982E-3 1/m
Effective Yield Moment: 253.1 kN-m
Over Strength Factor: .9751
EI Effective: 3.17E+7 N-m²
Yield EI Effective: -33.42E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -.1054 %
Curvature Ductility: 24.64

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C50X40	COLUMNA	CL 50x40 1.0%
B		0,5 m
H		0,4 m

Refuerzo longitudinal	16#4
Ref Cort. V2	2 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	560 kN

Carga mínima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 1,0%
Loading Name: Mmin 45
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24-11-2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -5575E-17 m
Y Centroid: -2134E-17 m
Section Area: .2000 m²

Loading Details:

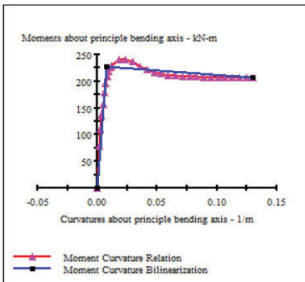
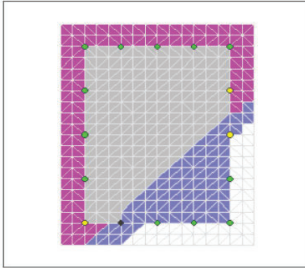
Constant Load - P: 560.0 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.1139E-18 1/m
Curvature at First Yield: 5.965E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1302 1/m
Moment at First Yield: 178.7 kN-m
Ultimate Moment: 204.2 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3925E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 9.913E-3 Ten
N.A. at First Yield: 65.81E-3 m
N.A. at Ultimate: 76.16E-3 m
Energy per Length: 27.44 kN
Effective Yield Curvature: 7.589E-3 1/m
Effective Yield Moment: 227.4 kN-m
Over Strength Factor: .9067
EI Effective: 3.00E+7 N-m²
Yield EI Effective: -173.1E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -.5776 %
Curvature Ductility: 17.15

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 1,0%
Loading Name: Mmin 90
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24-11-2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -5575E-17 m
Y Centroid: -2134E-17 m
Section Area: .2000 m²

Loading Details:

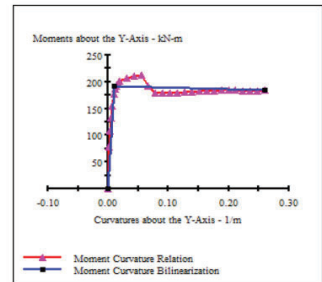
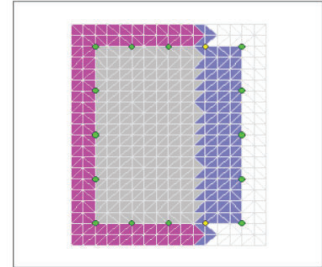
Constant Load - P: 560.0 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.1799E-18 1/m
Curvature at First Yield: 9.223E-3 1/m
Ultimate Curvature: .2600 1/m
Moment at First Yield: 178.0 kN-m
Ultimate Moment: 183.9 kN-m
Centroid Strain at Yield: .6850E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 16.83E-3 Ten
N.A. at First Yield: 74.27E-3 m
N.A. at Ultimate: 64.74E-3 m
Energy per Length: 48.03 kN
Effective Yield Curvature: 9.979E-3 1/m
Effective Yield Moment: 192.6 kN-m
Over Strength Factor: .9549
EI Effective: 1.93E+7 N-m²
Yield EI Effective: -34.77E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -.1801 %
Curvature Ductility: 26.05

Comments:

User Comments



Carga máxima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 2.7%
Loading Name: Mmax
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page 1 of 1

Section Details:

X Centroid: -6328E-18 m
Y Centroid: -1610E-17 m
Section Area: 2000 m²

Loading Details:

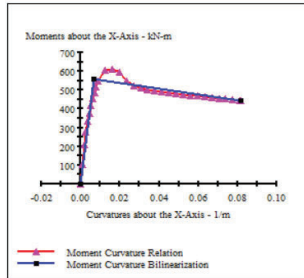
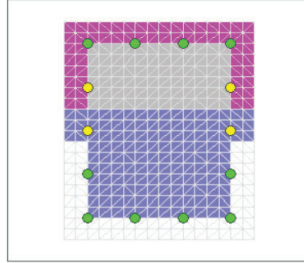
Constant Load - P: 2240 kN
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -4.347E-3 1/m
Curvature at First Yield: 4.433E-3 1/m
Ultimate Curvature: 81.59E-3 1/m
Moment at First Yield: 376.1 kN-m
Ultimate Moment: 444.4 kN-m
Centroid Strain at Yield: 3288E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 4.362E-3 Comp
N.A. at First Yield: -74.18E-3 m
N.A. at Ultimate: -53.46E-3 m
Energy per Length: 39.55 kN
Effective Yield Curvature: 6.613E-3 1/m
Effective Yield Moment: 561.2 kN-m
Over Strength Factor: .7919
EI Effective: 8.49E+7 N-m²
Yield EI Effective: -1.558E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.836 %
Curvature Ductility: 12.34

Comments:

User Comments



Carga máxima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 2.7%
Loading Name: Mmax 45
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page 1 of 1

Section Details:

X Centroid: -6328E-18 m
Y Centroid: -1610E-17 m
Section Area: 2000 m²

Loading Details:

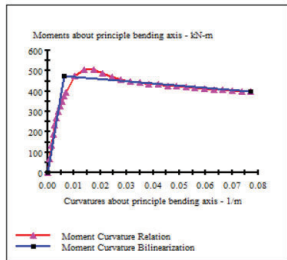
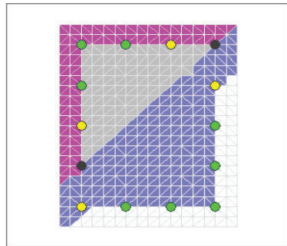
Constant Load - P: 2240 kN
Incrementing Loads: Max and My
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .1824E-20 1/m
Curvature at First Yield: 3.403E-3 1/m
Ultimate Curvature: 77.13E-3 1/m
Moment at First Yield: 267.4 kN-m
Ultimate Moment: 398.0 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3772E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 2.274E-3 Comp
N.A. at First Yield: -1.110E-3 m
N.A. at Ultimate: -29.48E-3 m
Energy per Length: 32.50 kN
Effective Yield Curvature: 6.056E-3 1/m
Effective Yield Moment: 475.8 kN-m
Over Strength Factor: .8364
EI Effective: 7.86E+7 N-m²
Yield EI Effective: -1.095E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.394 %
Curvature Ductility: 12.74

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C50X40	COLUMNA	CD 50x40 2.7%
B		0,5 m
H		0,4 m

Refuerzo longitudinal	14#7
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	4 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	2240 kN

Carga máxima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 2.7%
Loading Name: Mmax 90
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page 1 of 1

Section Details:

X Centroid: -6328E-18 m
Y Centroid: -1610E-17 m
Section Area: 2000 m²

Loading Details:

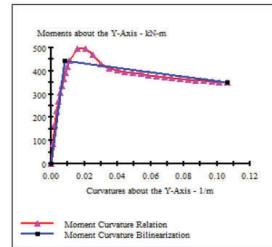
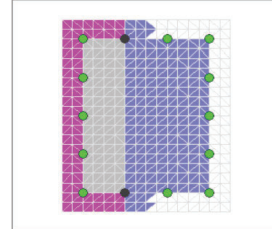
Constant Load - P: 2240 kN
Incrementing Loads: My Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .4605E-19 1/m
Curvature at First Yield: 5.608E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1064 1/m
Moment at First Yield: 304.9 kN-m
Ultimate Moment: 349.8 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3251E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 4.927E-3 Comp
N.A. at First Yield: -57.94E-3 m
N.A. at Ultimate: -46.30E-3 m
Energy per Length: 40.85 kN
Effective Yield Curvature: 8.185E-3 1/m
Effective Yield Moment: 444.9 kN-m
Over Strength Factor: .7862
EI Effective: 5.44E+7 N-m²
Yield EI Effective: -968.4E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.781 %
Curvature Ductility: 13.00

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en XX
XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 2,7%
Loading Name: Mmin
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -.6328E-18 m
Y Centroid: -.1610E-17 m
Section Area: .2000 m²

Loading Details:

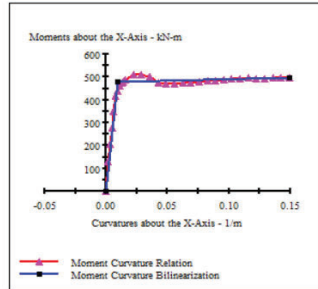
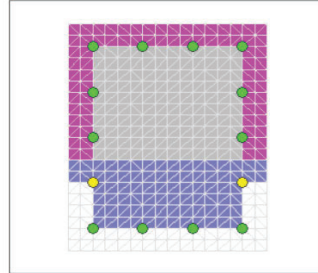
Constant Load - P: 560.0 kN
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.1670E-19 1/m
Curvature at First Yield: 7.831E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1490 1/m
Moment at First Yield: 415.8 kN-m
Ultimate Moment: 499.0 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5023E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 8.554E-3 Ten
N.A. at First Yield: 64.14E-3 m
N.A. at Ultimate: 57.42E-3 m
Energy per Length: 70.54 kN
Effective Yield Curvature: 9.005E-3 1/m
Effective Yield Moment: 478.1 kN-m
Over Strength Factor: 1.044
EI Effective: 5.31E+7 N-m²
Yield EI Effective: 149.4E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .2813 %
Curvature Ductility: 16.54

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 2,7%
Loading Name: Mmin 45
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -.6328E-18 m
Y Centroid: -.1610E-17 m
Section Area: .2000 m²

Loading Details:

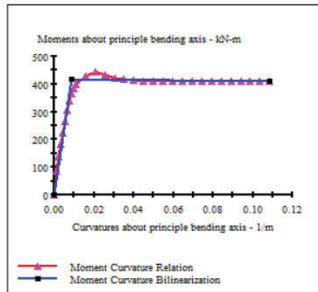
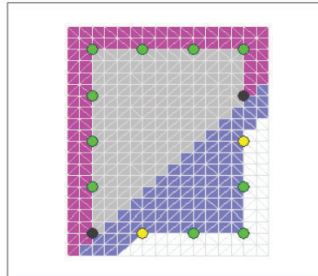
Constant Load - P: 560.0 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .5964E-19 1/m
Curvature at First Yield: 5.454E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1087 1/m
Moment at First Yield: 266.1 kN-m
Ultimate Moment: 411.8 kN-m
Centroid Strain at Yield: .2390E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 4.982E-3 Ten
N.A. at First Yield: 43.82E-3 m
N.A. at Ultimate: 45.83E-3 m
Energy per Length: 43.29 kN
Effective Yield Curvature: 8.546E-3 1/m
Effective Yield Moment: 417.0 kN-m
Over Strength Factor: .9876
EI Effective: 4.88E+7 N-m²
Yield EI Effective: -51.70E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -.1060 %
Curvature Ductility: 12.72

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C50X40	COLUMNA	CD 50x40 2.7%
B		0,5 m
H		0,4 m

Refuerzo longitudinal	14#7
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	4 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	560 kN

Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: 50x40 2,7%
Loading Name: Mmin 90
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
24/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -.6328E-18 m
Y Centroid: -.1610E-17 m
Section Area: .2000 m²

Loading Details:

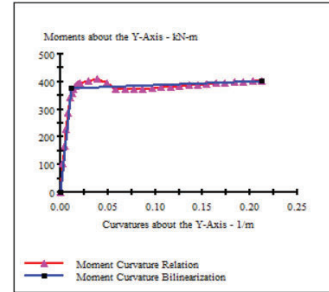
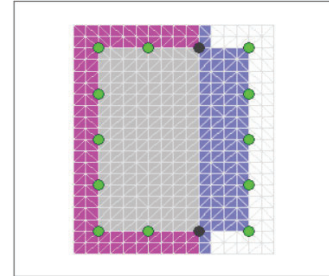
Constant Load - P: 560.0 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control


Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .1010E-18 1/m
Curvature at First Yield: 9.991E-3 1/m
Ultimate Curvature: .2125 1/m
Moment at First Yield: 342.0 kN-m
Ultimate Moment: 404.6 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5149E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 10.10E-3 Ten
N.A. at First Yield: 51.54E-3 m
N.A. at Ultimate: 47.54E-3 m
Energy per Length: 80.62 kN
Effective Yield Curvature: 10.96E-3 1/m
Effective Yield Moment: 375.1 kN-m
Over Strength Factor: 1.079
EI Effective: 3.42E+7 N-m²
Yield EI Effective: 146.7E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .4285 %
Curvature Ductility: 19.39

Comments:

User Comments



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
h _i (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
l	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _{a(T=1)}	0,568
S _{DS} = 2.5AaFaI	0,825
Ts (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1,24

ANÁLISIS MODAL

	2	5	8	11
MODOS	1	2	3	4
T (s)	0,687	0,218	0,124	0,090

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
4	12	5756
3	9	7540
2	6	7540
1	3	7540

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
4	1,00	1,00	1,00	1,00
3	0,86	0,02	-1,00	-1,77
2	0,60	-0,87	-0,18	2,16
1	0,25	-0,70	1,16	-1,77
	0,00	0,00	0,00	0,00

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODOS	1	2	3	4
W (kN)	23936,1	2308,0	1348,2	241,5
Γ	1,285	-0,391	0,239	-0,052
%Part. Masa	0,844	0,081	0,048	0,009

DUCTILIDAD EFECTIVA

	Φ ₁	Φ _m
H _{máx.}	-	-
H _D	1,8	1,0
H _{MCE}	1,8	1,0
	✓	✓

PERIODO EFECTIVO	
	Φ ₁
T _{ID} (s)	0,91
T _{IMCE} (s)	0,91

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE


18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i , shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.

β _i	3%
----------------	----

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q _H	0,67
----------------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODOS	1	2	3	4
β _{H,D}	18%	0%	0%	0%
β _{H,MCE}	18%	0%	0%	0%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO		

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO					COMBINACIÓN	
MODO	1	2	3	4		
β_D	21%	3%	3%	3%	0,21	
β_{MCE}	21%	3%	3%	3%	0,21	
β_E	3%	3%	3%	3%	0,06	
β_{V+1}	3%	3%	3%	3%	0,06	

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0

MODO	1	2	3	4	COMBINACIÓN	
B_D	1,5	0,9	0,9	0,9	1,54	
B_{MCE}	1,5	0,9	0,9	0,9	1,54	
B_E	0,9	0,9	0,9	0,9	1,05	
B_{V+1}	0,9	0,9	0,9	0,9	1,05	


CORTANTE BASAL

CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	28376
C_s	0,118
$C_{s,max}$	0,118
$C_{s,min1}$	0,036
$C_{s,min2}$	0,041
C_s	0,118
V_s (kN)	3344

CORTANTE MÍN.	
B_{V+1}	0,9
$V_{min1} = V/B_{V+1}$	3715,90
$V_{min2} = 0.75V$	2508,24
$V_{min} = \max(V_{min1}, V_{min2})$ (kN)	3715,90

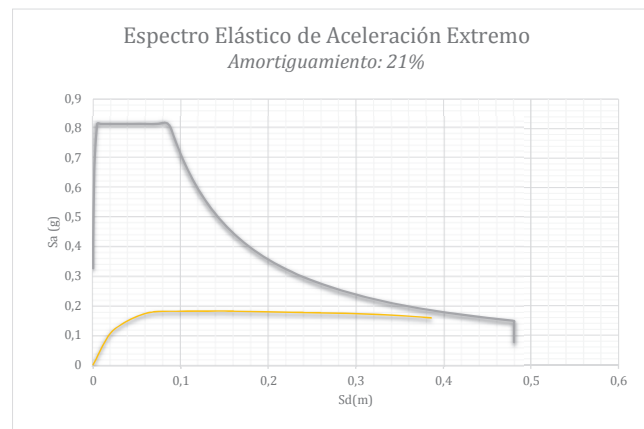
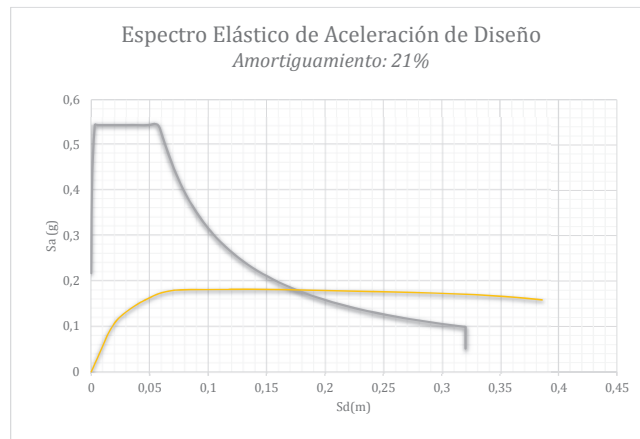
MODO	1	2	3	4
C_s	0,18	0,31	0,31	0,31
V (kN)	4340	705	412	74


CORTANTE BASAL	
V (kN)	4416,57

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020

Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0,0000	0,0	0,0000	0,000
0,0160	1734,9	0,0125	0,072
0,0190	2065,0	0,0148	0,086
0,0286	2751,6	0,0222	0,115
0,0370	3104,2	0,0288	0,130
0,0463	3430,8	0,0360	0,143
0,0544	3671,8	0,0423	0,153
0,0683	4000,2	0,0531	0,167
0,0759	4150,8	0,0590	0,173
0,0859	4264,7	0,0668	0,178
0,0927	4308,4	0,0722	0,180
0,1011	4329,7	0,0787	0,181
0,1064	4336,7	0,0828	0,181
0,1223	4341,5	0,0952	0,181
0,1382	4345,3	0,1075	0,182
0,1540	4349,3	0,1199	0,182
0,1654	4352,4	0,1288	0,182
0,1733	4353,4	0,1349	0,182
0,1813	4355,4	0,1411	0,182
0,1873	4356,0	0,1458	0,182
0,1933	4354,3	0,1505	0,182
0,2033	4343,8	0,1583	0,181
0,2114	4336,3	0,1645	0,181
0,2202	4327,3	0,1714	0,181
0,2284	4319,4	0,1778	0,180
0,2364	4311,4	0,1840	0,180
0,2400	4307,8	0,1868	0,180
0,2683	4278,8	0,2089	0,179
0,2762	4270,7	0,2150	0,178
0,2768	4271,5	0,2155	0,178
0,2815	4265,7	0,2191	0,178
0,2815	4265,7	0,2191	0,178
0,3108	4235,9	0,2419	0,177
0,3109	4236,0	0,2420	0,177
0,3329	4212,5	0,2592	0,176
0,3335	4213,4	0,2596	0,176
0,3588	4183,1	0,2793	0,175
0,3872	4137,4	0,3015	0,173
0,4172	4080,3	0,3248	0,170
0,4436	4013,6	0,3453	0,168
0,4679	3924,9	0,3642	0,164
0,4959	3796,8	0,3861	0,159



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
h _i (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
l	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _{a(T=1)}	0,568
S _{D5} = 2.5AaFal	0,825
T _s (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{MS} = 3/2 S _{D5}	1,24

ANÁLISIS MODAL

	2	5	7	10
MODO	1	2	3	4
T (s)	0,503	0,168	0,101	0,077

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
4	12	5772
3	9	7556
2	6	7556
1	3	7556

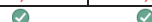
MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
4	1,00	1,00	1,00	1,00
3	0,87	0,07	-0,95	-1,76
2	0,62	-0,86	-0,27	2,09
1	0,28	-0,75	1,13	-1,60
	0,00	0,00	0,00	0,00

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	24412,3	2216,5	1143,0	176,2
Γ	1,278	-0,376	0,224	-0,046
%Part. Masa	0,858	0,078	0,040	0,006

27948,1
0,982703043
0,983

DUCTILIDAD EFECTIVA

	Φ ₁	Φ _m
H _{máx.}	3,22	3,22
H _D	1,7	1,0
H _{MCE}	1,7	1,0




PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{1D} (s)	0,66
T _{1MCE} (s)	0,66

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i , shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.

β _i	3%
----------------	----

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO VISCOSO		

T (s)	0,52	0,17	0,10	0,08
Sa (g)	0,825	0,825	0,703	0,612
Sd (m)	0,054	0,006	0,002	0,001

DESPLAZAMIENTOS (m)				
Piso	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
4	0,054	0,006	0,002	0,001
3	0,047	0,000	-0,002	-0,002
2	0,034	-0,005	0,000	0,002
1	0,015	-0,005	0,002	-0,001

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS-Normalizado (1/DespP16)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
4	0,1306	0,9327	1,9497	2,7592
3	0,2529	0,9238	-0,6807	-3,8513
2	0,3391	-0,1025	-1,3992	3,6907
1	0,2774	-0,7540	1,1302	-1,5985
4	0,1306	0,9327	1,9497	2,7592
3	0,2529	0,9238	-0,6807	-3,8513
2	0,3391	-0,1025	-1,3992	3,6907
1	0,2774	-0,7540	1,1302	-1,5985

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS (m)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
4	0,0101	0,0079	0,0051	0,0036
3	0,0195	0,0079	-0,0018	-0,0050
2	0,0261	-0,0009	-0,0036	0,0048
1	0,0214	-0,0064	0,0029	-0,0021

FUERZAS EN RIOSTRAS (kN)				
Piso	V_1	V_2	V_3	V_4
4	604,2	598,1	589,8	514,5
3	631,3	597,9	-254,6	-718,1
2	650,4	-125,7	-523,4	589,0
1	636,7	-924,3	422,7	-298,1


FUERZA DE LA ESTRUCTURA (kN)				
Piso	FI_1	FI_2	FI_3	FI_4
4	4762	4762	4057	3533
3	5419	419	-5043	-8136
2	3843	-5339	-1429	9675
1	1729	-4700	6002	-7393

TRABAJO DE LA ESTRUCTURA (kN*m)				
Piso	W_1	W_2	W_3	W_4
4	129,6	14,3	3,7	1,6
3	128,2	0,1	4,4	6,6
2	64,5	13,8	0,4	9,3
1	13,1	10,7	6,2	5,4

TRABAJO DE LA RIOSTRA (kN*m)				
Piso	FD_1	FD_2	FD_3	FD_4
4	28,5	18,3	4,7	7,4
3	75,0	18,0	1,8	14,3
2	109,0	0,4	7,6	3,3
1	84,6	23,8	5,0	2,5

TRABAJO DEL DISIPADOR (kN*m)				
Piso	WD_1	WD_2	WD_3	WD_4
4	28,470	18,334	4,655	7,359
3	75,002	17,969	1,802	14,338
2	108,995	0,439	7,615	3,308
1	84,555	23,752	4,968	2,470

AMORTIGUAMIENTO VISCOSO				
MODOS	1	2	3	4
β_v	7,05%	12,38%	10,29%	9,56%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0,92
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	23%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	23%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODO	1	2	3	4
β_D	35%	15%	13%	13%
β_{MCE}	35%	15%	13%	13%
β_E	12%	15%	13%	13%
β_{V+1}	10%	15%	13%	13%


COMBINACIÓN
0,43
0,43
0,27
0,26

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0

MODO	1	2	3	4
B_D	2,0	1,4	1,3	1,3
B_{MCE}	2,0	1,4	1,3	1,3
B_E	1,3	1,4	1,3	1,3
B_{V+1}	1,2	1,4	1,3	1,3

COMBINACIÓN
2,18
2,18
1,70
1,68

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
CORTANTE BASAL		

CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	28440
C _s	0,118
C _{s máx.}	0,118
C _{s mín1.}	0,036
C _{s mín2.}	0,041
C _s	0,118
V _s (kN)	3352

CORTANTE MÍN.	
B _{v+1}	1,2
V _{min1} = V/B _{v+1}	2789,88
V _{min2} = 0.75V	2513,89
V _{min} = máx(V _{min1} , V _{min2}) (kN)	2789,88

MODO	1	2	3	4
C _s	0,14	0,20	0,18	0,16
V (kN)	3430	448	206	28


CORTANTE BASAL	
V (kN)	3465,64

FUERZAS LATERALES POR PISO


FUERZAS LATERALES DE DISEÑO POR MODO (kN)				
Piso	F _{D1}	F _{D2}	F _{D3}	F _{D4}
4	1037	-439	233	-43
3	1180	-39	-290	99
2	837	492	-82	-117
1	377	433	345	90

CORTANTES DE DISEÑO DE PISO POR MODO (kN)				
Piso	V _{D1}	V _{D2}	V _{D3}	V _{D4}
4	1037	-439	233	-43
3	2217	-477	-57	56
2	3054	15	-139	-62
1	3430	448	206	28

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO (kN)		
Piso	V _D	F _D
4	1151	1151
3	2269	1119
2	3058	1939
1	3466	1527

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
SISMO DE DISEÑO		

MODO	1	2	3	4
D _{1D} (m)	0,058	-	-	-
D _{mD} (m)	-	-0,002	0,000	0,000

D _y (m)	0,034
μ _D	1,7 

COMPORTAMIENTO DEL PISO

DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					D _D
Piso	D _{D1}	D _{D2}	D _{D3}	D _{D4}	
4	0,058	-0,002	0,000	0,000	
3	0,050	0,000	0,000	0,000	
2	0,036	0,001	0,000	0,000	
1	0,016	0,001	0,000	0,000	


D _D
0,058
0,050
0,036
0,016

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

SISMO DE DISEÑO				
Piso	DERIVA (m)		FUERZA (kN)	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
4	0,0075	0,0107	606	OK
3	0,0145	0,0206	634	OK
2	0,0195	0,0276	655	OK
1	0,0160	0,0227	641	OK

SISMO MCE

MODO	1	2	3	4
D _{1MCE} (m)	0,086	-	-	-
D _{mMCE} (m)	-	-0,002	0,001	0,000

D _y (m)	0,034
μ _{MCE}	2,6 

COMPORTAMIENTO DEL PISO

DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					D _{MCE}
Piso	D _{MCE1}	D _{MCE2}	D _{MCE3}	D _{MCE4}	
4	0,086	-0,002	0,001	0,000	
3	0,075	0,000	-0,001	0,000	
2	0,053	0,002	0,000	0,000	
1	0,024	0,002	0,001	0,000	

D _{MCE}
0,086
0,075
0,053
0,024

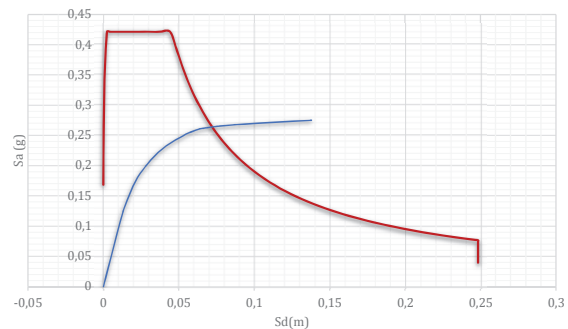
COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

SISMO MCE				
Piso	DERIVA		FUERZA	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
4	0,0113	0,0160	621	OK
3	0,0218	0,0309	664	OK
2	0,0293	0,0414	694	OK
1	0,0241	0,0340	673	OK

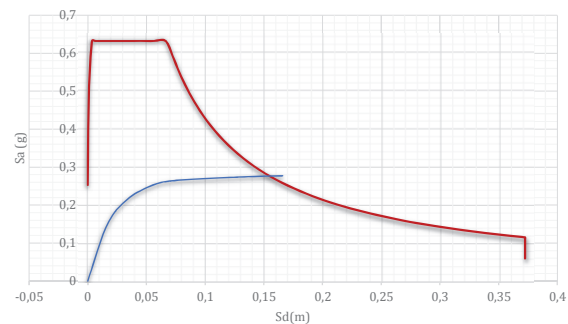
Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0,0000	0,0	0,0000	0,000
0,0141	2598,6	0,0110	0,106
0,0180	3230,3	0,0141	0,132
0,0271	4249,4	0,0212	0,174
0,0352	4824,4	0,0276	0,198
0,0424	5224,9	0,0332	0,214
0,0510	5605,8	0,0399	0,230
0,0626	5960,7	0,0490	0,244
0,0721	6201,9	0,0564	0,254
0,0810	6360,2	0,0634	0,261
0,0823	6375,8	0,0643	0,261
0,0872	6412,6	0,0682	0,263
0,0873	6412,8	0,0683	0,263
0,0915	6441,4	0,0715	0,264
0,0915	6441,7	0,0716	0,264
0,0915	6441,6	0,0716	0,264
0,0915	6442,0	0,0716	0,264
0,0989	6483,4	0,0773	0,266
0,1130	6542,6	0,0884	0,268
0,1270	6584,6	0,0994	0,270
0,1411	6623,9	0,1104	0,271
0,1552	6662,4	0,1214	0,273
0,1693	6700,5	0,1324	0,274
0,1763	6717,0	0,1379	0,275
0,1903	6737,5	0,1489	0,276
0,2044	6757,4	0,1599	0,277
0,2122	6767,6	0,1660	0,277
0,2122	6767,6	0,1660	0,277

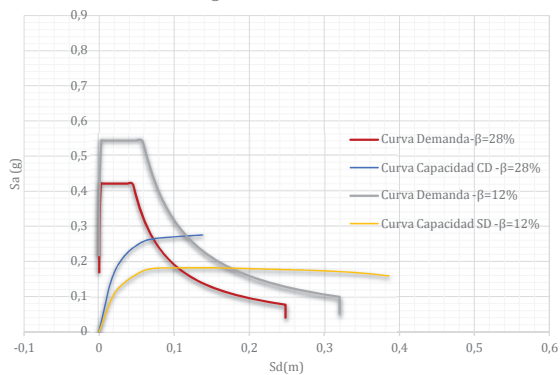
Espectro Elástico de Aceleración de Diseño
Amortiguamiento: 35%



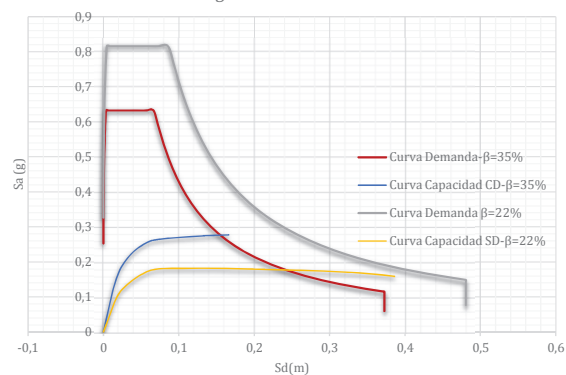
Espectro Elástico de Aceleración Extremo
Amortiguamiento: 35%




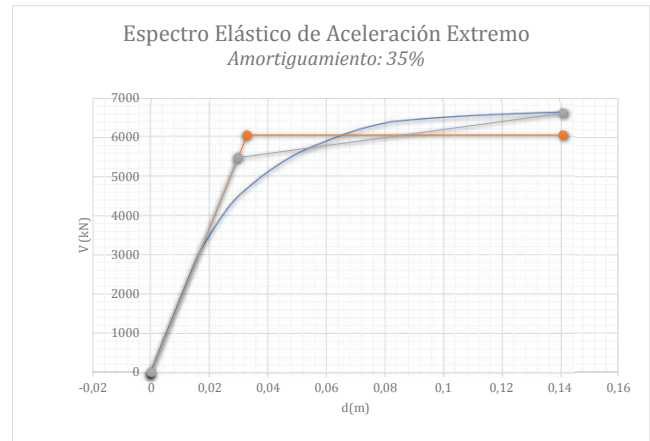
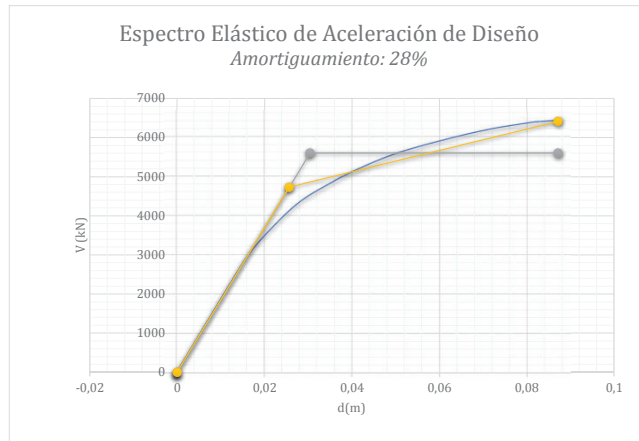
Espectro de demanda vs Espectro de capacidad
para Aceleración de Diseño en X
Amortiguamiento: 35% vs 21%



Espectro de demanda vs Espectro de capacidad
para Aceleración Extremo en X
Amortiguamiento: 35% vs 21%



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020



Δ_d	0,02	m
V_d	3381,55	kN
Δ_y (bilineal 1)	0,03	m
V_y (bilineal 1)	5605,51	kN
Δ_y (bilineal 2)	0,03	m
V_y (bilineal 2)	4731,03	kN
Δ_{max}	0,09	m
V_u	6412,58	kN
V_e	12199,09	kN
μ (bilineal 1)	2,87	
μ (bilineal 2)	3,40	
T	0,50	s
T_c	0,65	s

11988,7238
12199,09005
16077,00597

Mahmoudi

R_μ	2,84
R_{sd}	1,40
R_{sm}	1,16
R_s	1,62
R	4,59

Abou-Elfath

R_μ	2,44
R_s	1,66
R	4,04
R	3,61

Asgarian

4,10

R_μ	2,18
R_{so}	1,66
F1	1,05
F2	1,10
R_s	1,91
R	4,17
R	3,61

Onuralp

R_μ	2,18
Ω_b	1,66
R	3,61

Δ_d	0,02	m
V_d	3381,55	kN
Δ_y (bilineal 1)	0,03	m
V_y (bilineal 1)	6063,95	kN
Δ_y (bilineal 2)	0,03	m
V_y (bilineal 2)	5487,82	kN
Δ_{max}	0,14	m
V_u	6623,91	kN
V_e	16696,76	kN
μ (bilineal 1)	4,29	
μ (bilineal 2)	4,74	
T	0,50	s
T_c	0,65	s

17983,086
16696,763
26018,797

Mahmoudi

R_μ	3,88
R_{sd}	1,62
R_{sm}	1,16
R_s	1,87
R	7,26

Abou-Elfath

R_μ	3,53
R_s	1,79
R	6,33
R	4,94


Asgarian

6,06

R_μ	2,75
R_{so}	1,79
F1	1,05
F2	1,10
R_s	2,07
R	5,70
R	4,94

Onuralp

R_μ	2,75
Ω_b	1,79
R	4,94

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
h _i (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
I	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _{a(T=1)}	0,568
S _{DS} = 2.5AaFal	0,825
Ts (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1,24

ANÁLISIS MODAL

	1	4	7	10
MODO	1	2	3	4
T (s)	0,685	0,215	0,122	0,088

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
4	12	5756
3	9	7540
2	6	7540
1	3	7540

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
4	1,00	1,00	1,00	1,00
3	0,86	0,01	-1,02	-1,79
2	0,59	-0,87	-0,15	2,22
1	0,24	-0,69	1,17	-1,84

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	23830,4	2351,9	1385,8	257,6
Γ	1,288	-0,396	0,240	-0,053
%Part. Masa	0,840	0,083	0,049	0,009

DUCTILIDAD EFECTIVA

	Φ ₁	Φ _m
H _{máx.}	-	-
H _D	1,8	1,0
H _{MCE}	1,8	1,0
	✓	✓

PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{1D} (s)	0,91
T _{1MCE} (s)	0,91

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE


18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i , shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.

β _i	3%
----------------	----

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q _H	0,67
----------------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
β _{H,D}	18%	0%	0%	0%
β _{H,MCE}	18%	0%	0%	0%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

MODOS	AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				COMBINACIÓN
	1	2	3	4	
β_D	21%	3%	3%	3%	0,21
β_{MCE}	21%	3%	3%	3%	0,21
β_E	3%	3%	3%	3%	0,06
β_{V+1}	3%	3%	3%	3%	0,06

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0


MODOS	1	2	3	4	COMBINACIÓN
B_D	1,5	0,9	0,9	0,9	1,54
B_{MCE}	1,5	0,9	0,9	0,9	1,54
B_E	0,9	0,9	0,9	0,9	1,05
B_{V+1}	0,9	0,9	0,9	0,9	1,05

CORTANTE BASAL

CORTANTE EN LA BASE - FHE		CORTANTE MÍN.	
W (kN)	28376	B_{V+1}	0,9
C_s	0,118	$V_{min1} = V/B_{V+1}$	3715,90
$C_{s\text{ máx.}}$	0,118	$V_{min2} = 0.75V$	2508,24
$C_{s\text{ min1.}}$	0,036	$V_{min} = \max(V_{min1}, V_{min2})$ (kN)	3715,90
$C_{s\text{ min2.}}$	0,041		
C_s	0,118		
V_s (kN)	3344		

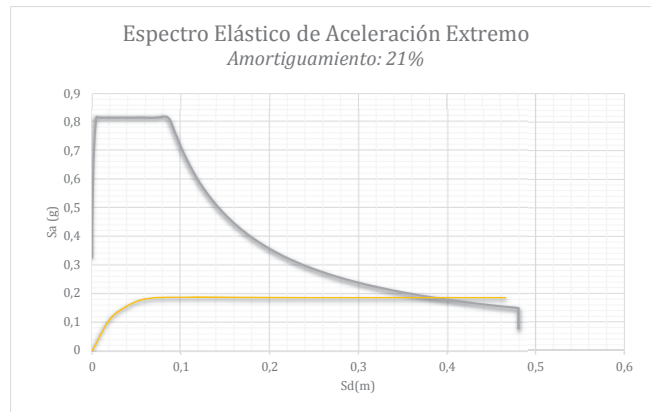
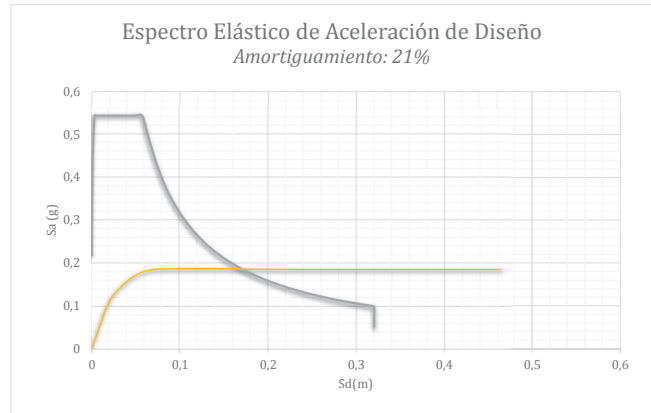
MODOS	1	2	3	4
C_s	0,18	0,31	0,31	0,31
V (kN)	4316	719	423	79


CORTANTE BASAL	
V (kN)	4396,90

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020

Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0,0000	0,0	0,0000	0,000
0,0160	1735,9	0,0124	0,073
0,0200	2166,0	0,0155	0,091
0,0301	2906,6	0,0234	0,122
0,0389	3299,7	0,0302	0,138
0,0476	3629,5	0,0370	0,152
0,0574	3917,1	0,0446	0,164
0,0656	4133,2	0,0509	0,173
0,0757	4289,9	0,0587	0,180
0,0847	4367,0	0,0658	0,183
0,0894	4401,7	0,0694	0,185
0,0922	4413,7	0,0716	0,185
0,0995	4429,4	0,0772	0,186
0,1083	4438,0	0,0841	0,186
0,1162	4441,9	0,0902	0,186
0,1180	4443,3	0,0916	0,186
0,1335	4446,6	0,1036	0,187
0,1414	4449,1	0,1098	0,187
0,1493	4450,0	0,1159	0,187
0,1524	4451,9	0,1183	0,187
0,1526	4452,2	0,1184	0,187
0,1605	4451,9	0,1246	0,187
0,1684	4455,9	0,1307	0,187
0,1684	4455,9	0,1307	0,187
0,1763	4455,3	0,1369	0,187
0,1808	4458,3	0,1404	0,187
0,1845	4458,4	0,1432	0,187
0,1909	4456,2	0,1482	0,187
0,1948	4451,6	0,1513	0,187
0,2036	4443,5	0,1581	0,186
0,2132	4434,0	0,1655	0,186
0,2217	4425,8	0,1721	0,186
0,2228	4424,6	0,1730	0,186
0,2238	4423,8	0,1738	0,186
0,2318	4415,2	0,1799	0,185
0,2340	4413,7	0,1817	0,185
0,3250	4412,8	0,2523	0,185
0,6000	4412,0	0,4658	0,185
0,6000	4407,6	0,4658	0,185
0,6000	4407,6	0,4658	0,185



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Analisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
h _i (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
I	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _a (T=1)	0,568
S _{D5} = 2.5AaFaI	0,825
Ts (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{M5} = 3/2 S _{D5}	1,24

ANÁLISIS MODAL

	1	4	8	11
MODO	1	2	3	4
T (s)	0,514	0,171	0,101	0,076

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
4	12	5772
3	9	7556
2	6	7556
1	3	7556

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
4	1,00	1,00	1,00	1,00
3	0,86	0,04	-0,98	-1,81
2	0,60	-0,87	-0,24	2,19
1	0,26	-0,74	1,15	-1,70
	0,00	0,00	0,00	0,00

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	24200,9	2347,2	1191,5	198,1
Γ	1,287	-0,388	0,225	-0,047
%Part. Masa	0,851	0,083	0,042	0,007

27937,7
0,982339637

DUCTILIDAD EFECTIVA

	Φ ₁	Φ _m
H _{máx.}	3,22	3,22
H _D	1,8	1,0
H _{MCE}	1,8	1,0




PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{ID} (s)	0,68
T _{IMCE} (s)	0,68

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_I, shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.

β _I	3%
----------------	----

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Analisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO VISCOZO		

T (s)	0,51	0,17	0,10	0,08
Sa (g)	0,825	0,825	0,695	0,605
Sd (m)	0,054	0,006	0,002	0,001

DESPLAZAMIENTOS (m)				
Piso	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
4	0,054	0,006	0,002	0,001
3	0,046	0,000	-0,002	-0,002
2	0,032	-0,005	0,000	0,002
1	0,014	-0,004	0,002	-0,001

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS-Normalizado (1/DespP16)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
4	0,1406	0,9587	1,9795	2,8093
3	0,2585	0,9066	-0,7431	-4,0027
2	0,3366	-0,1249	-1,3882	3,8963
1	0,2642	-0,7404	1,1518	-1,7030
4	0,1406	0,9587	1,9795	2,8093
3	0,2585	0,9066	-0,7431	-4,0027
2	0,3366	-0,1249	-1,3882	3,8963
1	0,2642	-0,7404	1,1518	-1,7030

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS (m)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
4	0,0097	0,0073	0,0044	0,0031
3	0,0179	0,0069	-0,0017	-0,0044
2	0,0233	-0,0010	-0,0031	0,0043
1	0,0183	-0,0057	0,0026	-0,0019

FUERZAS EN RIOSTRAS (kN)				
Piso	V_1	V_2	V_3	V_4
4	590,3	582,5	573,0	505,1
3	616,9	581,2	-270,8	-719,6
2	634,5	-155,3	-505,9	572,6
1	618,2	-921,0	419,7	-306,2


FUERZA DE LA ESTRUCTURA (kN)				
Piso	FI_1	FI_2	FI_3	FI_4
4	4762	4762	4013	3492
3	5357	258	-5146	-8272
2	3746	-5394	-1242	10028
1	1647	-4615	6052	-7786

TRABAJO DE LA ESTRUCTURA (kN*m)				
Piso	W_1	W_2	W_3	W_4
4	128,7	14,2	3,5	1,5
3	124,4	0,0	4,4	6,4
2	60,8	13,9	0,3	9,5
1	11,8	10,2	6,1	5,7

TRABAJO DE LA RIOSTRA (kN*m)				
Piso	FD_1	FD_2	FD_3	FD_4
4	28,9	17,6	4,2	6,3
3	68,3	15,8	1,8	12,7
2	95,4	0,6	6,3	3,7
1	70,3	20,8	4,3	2,3

TRABAJO DEL DISIPADOR (kN*m)				
Piso	WD_1	WD_2	WD_3	WD_4
4	28,930	17,613	4,248	6,263
3	68,310	15,761	1,801	12,714
2	95,370	0,592	6,283	3,661
1	70,277	20,824	4,326	2,302

AMORTIGUAMIENTO VISCOZO				
MODO	1	2	3	4
β_v	6,43%	11,38%	9,30%	8,58%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Analisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0,90
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	23%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	23%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODO	1	2	3	4
β_D	35%	14%	12%	12%
β_{MCE}	35%	14%	12%	12%
β_E	11%	14%	12%	12%
β_{V+1}	9%	14%	12%	12%


COMBINACIÓN
0,41
0,41
0,25
0,24

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0

MODO	1	2	3	4
B_D	1,9	1,3	1,3	1,2
B_{MCE}	1,9	1,3	1,3	1,2
B_E	1,2	1,3	1,3	1,2
B_{V+1}	1,2	1,3	1,3	1,2

COMBINACIÓN
2,14
2,14
1,65
1,76

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Analisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
CORTANTE BASAL		

CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	28440
C _s	0,118
C _{s,máx.}	0,118
C _{s,min1.}	0,036
C _{s,min2.}	0,041
C _s	0,118
V _s (kN)	3352

CORTANTE MÍN.	
B _{v+1}	1,2
V _{min1} = V/B _{v+1}	2847,78
V _{min2} = 0.75V	2513,89
V _{min} = máx(V _{min1} , V _{min2}) (kN)	2847,78

MODO	1	2	3	4
C _s	0,14	0,21	0,18	0,16
V (kN)	3414	485	218	32


CORTANTE BASAL	
V (kN)	3455,08

FUERZAS LATERALES POR PISO


FUERZAS LATERALES DE DISEÑO POR MODO (kN)				
Piso	F _{D1}	F _{D2}	F _{D3}	F _{D4}
4	1048	-463	238	-44
3	1179	-25	-305	104
2	824	524	-73	-127
1	363	448	358	98

CORTANTES DE DISEÑO DE PISO POR MODO (kN)				
Piso	V _{D1}	V _{D2}	V _{D3}	V _{D4}
4	1048	-463	238	-44
3	2227	-488	-67	60
2	3051	36	-141	-66
1	3414	485	218	32

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO (kN)		
Piso	V _D	F _D
4	1171	1171
3	2282	1111
2	3055	1945
1	3455	1510

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Analisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
SISMO DE DISEÑO		

MODO	1	2	3	4
D _{1D} (m)	0,063	-	-	-
D _{mD} (m)	-	-0,002	0,000	0,000

D _y (m)	0,036
μ _D	1,8 

COMPORTAMIENTO DEL PISO


DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					
Piso	D _{D1}	D _{D2}	D _{D3}	D _{D4}	D _D
4	0,063	-0,002	0,000	0,000	0,063
3	0,054	0,000	0,000	0,000	0,054
2	0,038	0,002	0,000	0,000	0,038
1	0,017	0,001	0,000	0,000	0,017

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

SISMO DE DISEÑO				
Piso	DERIVA (m)		FUERZA (kN)	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
4	0,0088	0,0113	595	OK
3	0,0161	0,0207	626	OK
2	0,0210	0,0269	646	OK
1	0,0166	0,0212	628	OK

SISMO MCE

MODO	1	2	3	4
D _{1MCE} (m)	0,094	-	-	-
D _{mMCE} (m)	-	-0,003	0,001	0,000


D _y (m)	0,036
μ _{MCE}	2,6 

COMPORTAMIENTO DEL PISO

DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					
Piso	D _{MCE1}	D _{MCE2}	D _{MCE3}	D _{MCE4}	D _{MCE}
4	0,094	-0,003	0,001	0,000	0,094
3	0,081	0,000	-0,001	0,000	0,081
2	0,056	0,002	0,000	0,000	0,056
1	0,025	0,002	0,001	0,000	0,025

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

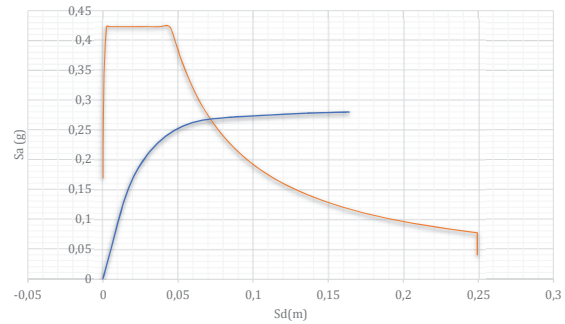
SISMO MCE				
Piso	DERIVA		FUERZA	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
4	0,0132	0,0169	614	OK
3	0,0242	0,0310	660	OK
2	0,0315	0,0404	690	OK
1	0,0249	0,0319	662	OK

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020

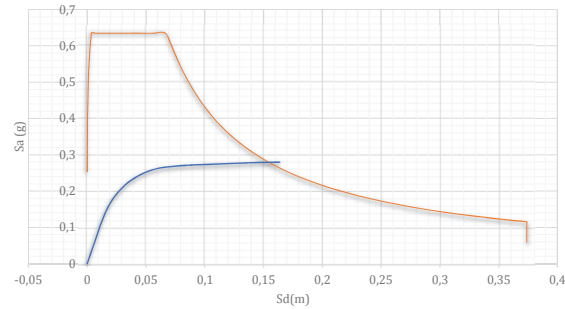
Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0,0000	0,0	0,0000	0,000
0,0140	2494,8	0,0109	0,103
0,0194	3345,4	0,0151	0,138
0,0270	4224,9	0,0210	0,175
0,0364	4929,0	0,0283	0,204
0,0438	5367,1	0,0340	0,222
0,0512	5682,8	0,0398	0,235
0,0585	5940,8	0,0455	0,245
0,0664	6158,9	0,0516	0,254
0,0749	6315,1	0,0582	0,261
0,0828	6414,7	0,0643	0,265
0,0916	6474,6	0,0711	0,268
0,1020	6529,0	0,0792	0,270
0,1120	6570,1	0,0870	0,271
0,1202	6592,7	0,0934	0,272
0,1342	6628,5	0,1042	0,274
0,1482	6663,1	0,1151	0,275
0,1605	6693,4	0,1247	0,277
0,1742	6724,8	0,1354	0,278
0,1765	6730,6	0,1372	0,278
0,1904	6749,6	0,1480	0,279
0,1990	6759,2	0,1546	0,279
0,2065	6768,1	0,1604	0,280
0,2092	6771,9	0,1625	0,280
0,2109	6773,3	0,1638	0,280
0,2109	6773,3	0,1638	0,280
0,2109	6773,3	0,1638	0,280
0,2109	6773,0	0,1639	0,280

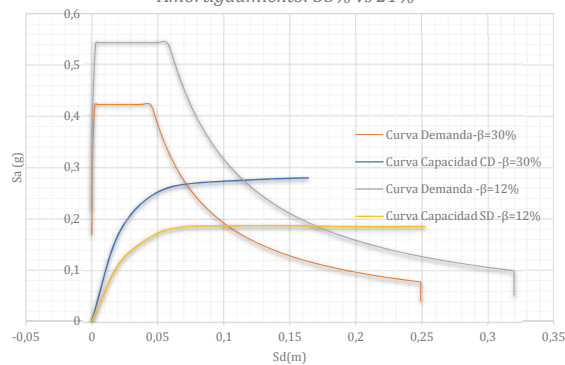
Espectro Elástico de Aceleración de Diseño
Amortiguamiento: 35%



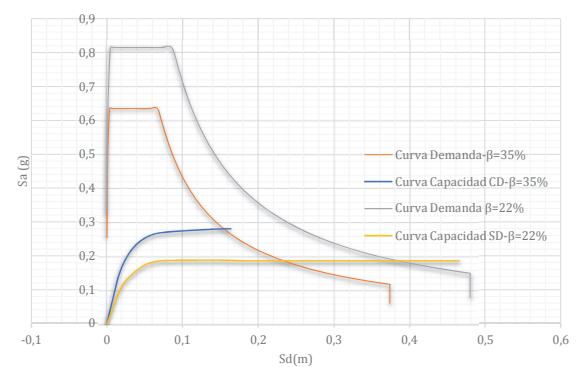
Espectro Elástico de Aceleración Extremo
Amortiguamiento: 35%




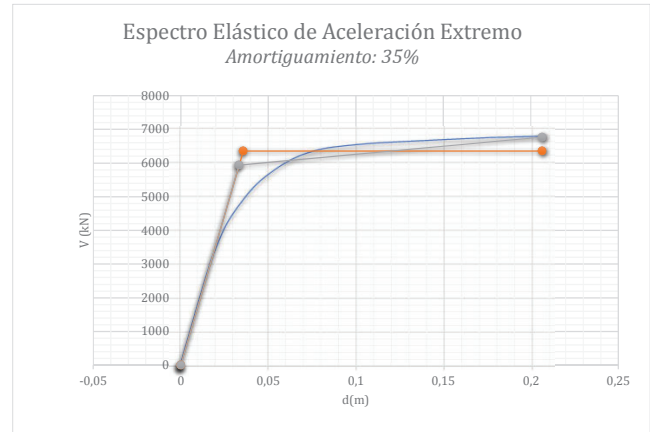
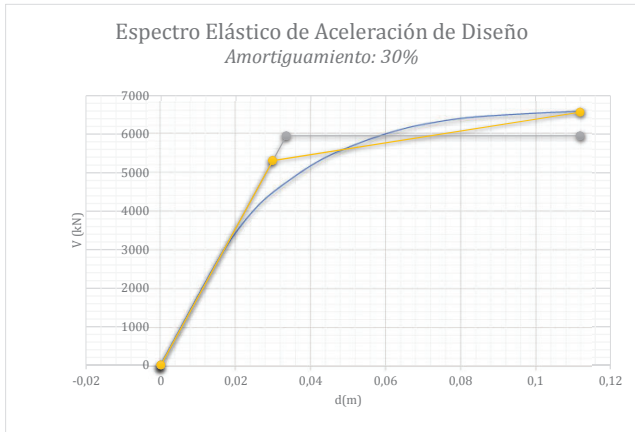
Espectro de demanda vs Espectro de capacidad para Aceleración de Diseño en Y
Amortiguamiento: 35% vs 21%



Espectro de demanda vs Espectro de capacidad para Aceleración Extremo en Y
Amortiguamiento: 35% vs 21%



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 1.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 4 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020



Δ_d	0,02	m
V_d	3349,96	kN

Δ_y (bilineal 1)	0,03	m
V_y (bilineal 1)	5954,72	kN

Δ_y (bilineal 2)	0,03	m
V_y (bilineal 2)	5311,00	kN

Δ_{max}	0,11	m
V_u	6570,08	kN

V_e	14206,72	kN
-------	----------	----

12035,38066
14206,72018
19924,5015

μ (bilineal 1)	3,35
μ (bilineal 2)	3,75

T	0,51	s
T_c	0,65	s

Mahmoudi

R_μ	3,16
R_{sd}	1,59
R_{sm}	1,16
R_s	1,83

R	5,79
---	------

Abou-Elfath

R_μ	2,84
R_s	1,96

R	5,57
R	4,24

Asgarian

5,12

R_μ	2,39
R_{so}	1,78
F1	1,05
F2	1,10
R_s	2,05
R	4,90
R	4,24

Onuralp

R_μ	2,39
R_{so}	1,78
R	4,24

Δ_d	0,02	m
V_d	3349,96	kN

Δ_y (bilineal 1)	0,04	m
V_y (bilineal 1)	6355,37	kN

Δ_y (bilineal 2)	0,03	m
V_y (bilineal 2)	5936,91	kN

Δ_{max}	0,21	m
V_u	6768,15	kN

V_e	20653,54	kN
-------	----------	----

18053,071
20653,545
36737,395

μ (bilineal 1)	5,78
μ (bilineal 2)	6,19

T	0,51	s
T_c	0,65	s

Mahmoudi

R_μ	5,07
R_{sd}	1,77
R_{sm}	1,16
R_s	2,05

R	10,38
---	-------

Abou-Elfath

R_μ	4,75
R_s	2,02

R	9,60
R	6,17


Asgarian


8,32


R_μ	3,25
R_{so}	1,90
F1	1,05
F2	1,10
R_s	2,19
R	7,12
R	6,17

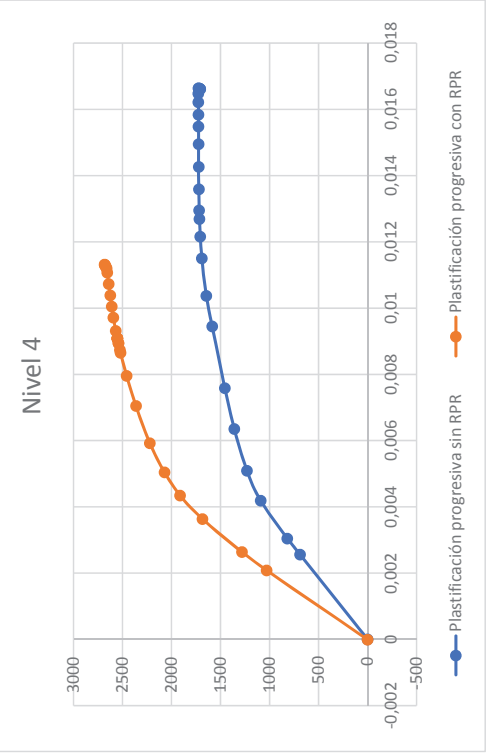
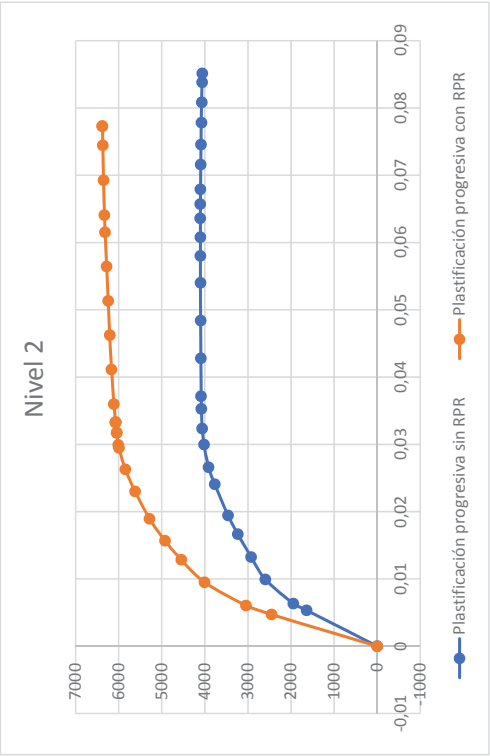
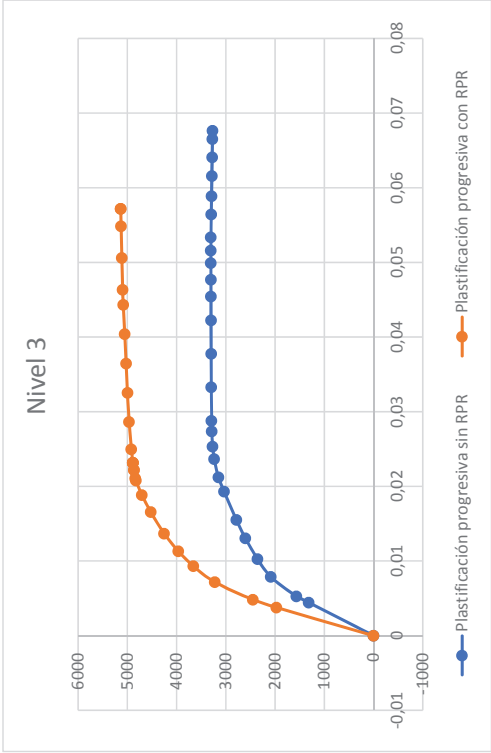
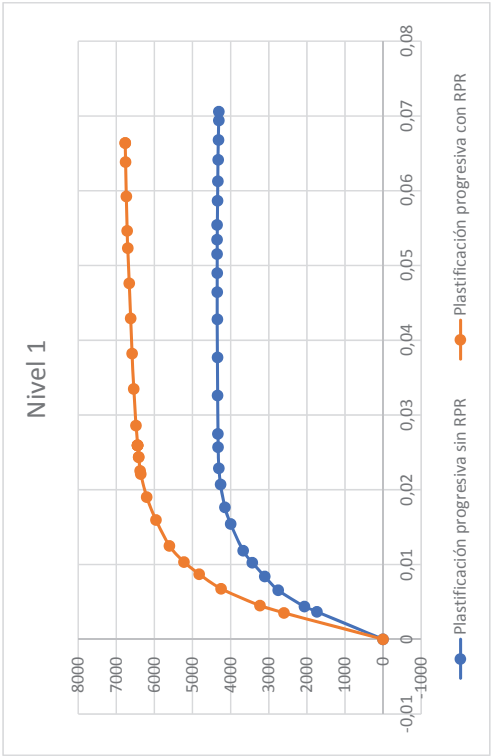
Onuralp


R_μ	3,25
R_{so}	1,90
R	6,17

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 1.3		Plastificación progresiva por nivel Estructura sin disipadores en X - Edificio de 4 pisos								2020	
Paso	C1		C2		C3		C4				
	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]			
0	0,000001688	-0,014	0,0000036	-0,019	0,000003821	-0,013	3,891E-06	-0,006			
1	0,003681	1734,894	0,00532675	1635,058	0,00443025	1316,334	0,00256	687,628			
2	0,00438075	2064,987	0,00634	1946,157	0,00527225	1566,752	0,003046	818,436			
3	0,00657325	2751,609	0,00992725	2593,258	0,0078795	2087,7	0,0041875	1090,568			
4	0,0084045	3104,155	0,0132525	2925,523	0,0102675	2355,17	0,005092	1230,288			
5	0,0102535	3430,533	0,016649	3233,285	0,013045	2602,975	0,00635225	1359,738			
6	0,01185925	3671,655	0,0194325	3460,483	0,0155065	2785,836	0,00758525	1455,256			
7	0,015424	4000,064	0,0240755	3769,958	0,0193025	3034,963	0,0094475	1585,395			
8	0,0176605	4150,737	0,02659225	3911,899	0,02122275	3149,236	0,01037225	1645,088			
9	0,02071525	4264,713	0,0299845	4019,319	0,02366025	3235,707	0,011504	1690,26			
10	0,02288	4308,342	0,03235925	4060,473	0,02532675	3268,841	0,012158	1707,567			
11	0,0257135	4329,696	0,0352765	4080,547	0,027375	3284,947	0,01269	1716,02			
12	0,0274785	4336,71	0,03715725	4087,172	0,02878975	3290,34	0,012949	1718,797			
13	0,0326125	4341,483	0,04279525	4091,659	0,03327925	3293,936	0,0135875	1720,685			
14	0,0377125	4345,253	0,0484035	4095,207	0,037765	3296,767	0,0142625	1722,178			
15	0,04281725	4349,328	0,05401425	4099,049	0,0422495	3299,881	0,0149495	1723,793			
16	0,0464555	4352,343	0,0580115	4101,896	0,04544875	3302,194	0,0154795	1724,993			
17	0,04898675	4353,403	0,06080325	4102,881	0,0476985	3302,936	0,01584025	1725,41			
18	0,0515385	4355,421	0,0636015	4104,805	0,04991275	3304,551	0,01621625	1726,214			
19	0,0534545	4355,978	0,0657135	4105,315	0,05159675	3304,837	0,01647775	1726,427			
20	0,05542475	4354,268	0,06790925	4103,707	0,0533695	3303,486	0,01663675	1725,751			
21	0,0585685	4343,788	0,0715945	4093,831	0,05642875	3295,695	0,0166285	1721,598			
22	0,06128125	4336,32	0,07457375	4086,79	0,05888575	3290,028	0,01662925	1718,635			
23	0,0641405	4327,333	0,0778295	4078,32	0,06158375	3283,207	0,01662325	1715,073			
24	0,0668065	4319,373	0,0808595	4070,817	0,06409	3277,141	0,01662	1711,958			
25	0,0694055	4311,367	0,0838185	4063,271	0,06653775	3271,079	0,01661525	1708,745			
26	0,070584	4307,782	0,085159	4059,906	0,06764725	3268,393	0,016613	1707,334			

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 1.3		Plastificación progresiva por nivel Estructura con disipadores en X - Edificio de 4 pisos								2020	
Paso	N1		N2		N3		N4				
	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]			
0	-6,41025E-07	0,003015227	-3,61098E-06	-0,0039316	-5,66975E-06	0,0010734	-6,07825E-06	-0,0019812			
1	0,0035325	2598,654	0,0047095	2448,756	0,003768	1971,509	0,002084	1029,943			
2	0,004509	3230,33	0,006061	3044,43	0,004825	2450,891	0,002637	1280,295			
3	0,006767	4249,439	0,0095	4004,829	0,00717	3224,126	0,003632	1684,233			
4	0,008722	4824,393	0,012842	4546,702	0,009318	3660,344	0,00434225	1912,112			
5	0,01035	5224,815	0,015688	4924,211	0,011312	3964,199	0,005042	2070,812			
6	0,012509	5605,401	0,018943	5283,178	0,013669	4253,22	0,005922	2221,798			
7	0,015976	5960,692	0,023009	5617,729	0,016556	4522,504	0,00705	2362,459			
8	0,019026	6201,746	0,02629	5845,116	0,018844	4705,849	0,007958	2458,345			
9	0,022108	6360,217	0,02947	5994,244	0,020787	4825,628	0,008654	2520,793			
10	0,022529	6375,678	0,029921	6008,929	0,021068	4837,421	0,008738	2526,952			
11	0,024359	6412,4	0,03172225	6043,469	0,02217675	4865,528	0,00894	2541,774			
12	0,024395	6412,645	0,031756	6043,672	0,022195	4865,701	0,008942	2541,87			
13	0,025934	6441,274	0,033283	6070,618	0,023157	4887,208	0,009086	2553,053			
14	0,025941	6441,377	0,03329	6070,693	0,023162	4887,349	0,009087	2553,236			
15	0,025948	6441,523	0,033296	6070,853	0,023167	4887,411	0,009087	2553,169			
16	0,025954	6441,623	0,033303	6070,927	0,023171	4887,53	0,009088	2553,316			
17	0,028603	6483,356	0,035997	6110,289	0,024966	4919,016	0,009313	2569,579			
18	0,033495	6542,584	0,04113	6166,121	0,02862875	4963,935	0,009713	2593,057			
19	0,0382265	6584,579	0,04624275	6205,683	0,03253375	4995,704	0,0100455	2609,696			
20	0,042932	6623,927	0,05134425	6242,765	0,03646025	5025,551	0,010386	2625,29			
21	0,04763	6662,424	0,05644325	6279,048	0,0403935	5054,772	0,01072775	2640,547			
22	0,052323	6700,534	0,06153975	6314,964	0,04433025	5083,683	0,0110725	2655,652			
23	0,054646	6717,017	0,06409125	6330,502	0,04634025	5096,055	0,011202	2662,186			
24	0,059235	6737,517	0,069266	6349,818	0,0505965	5111,654	0,01124775	2670,306			
25	0,063835	6757,462	0,07444075	6368,617	0,0548485	5126,777	0,01129125	2678,212			
26	0,066382	6767,597	0,07729625	6378,215	0,05719325	5134,702	0,0113125	2682,244			
27	0,066383	6767,444	0,07729775	6378,2	0,05719475	5134,711	0,011312	2682,253			

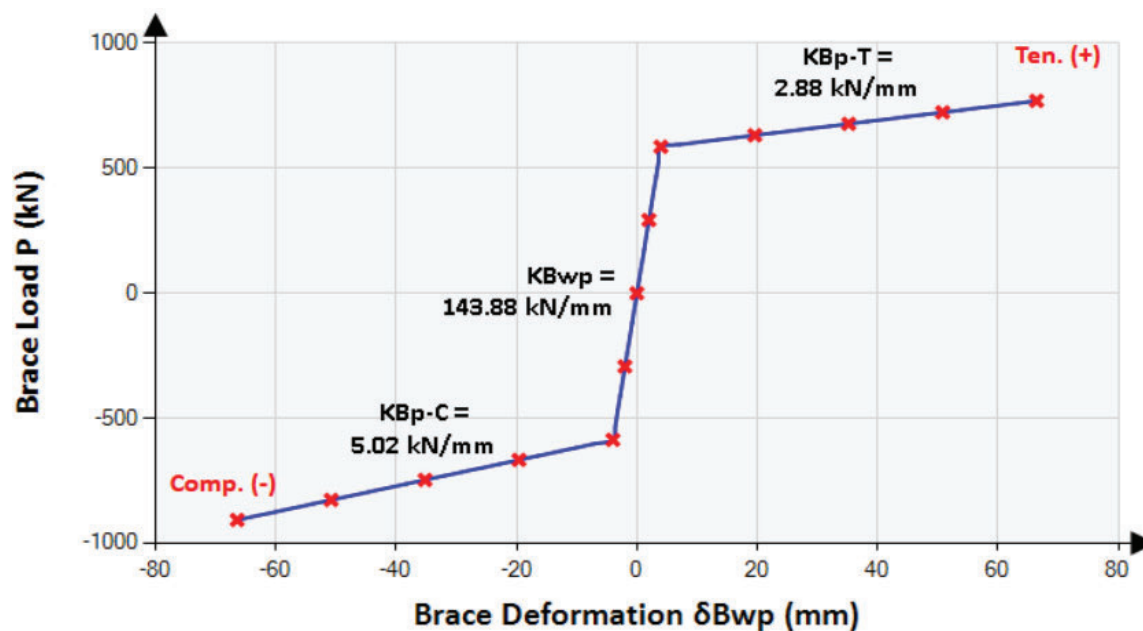
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.3	Aumento de capacidad por disipadores en X - Edificio de 4 pisos	2020



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta				 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 1.3		Aplicación metodología de Oviedo para definición de disipadores en X			2020

	C1	C2	C3	C4			
Δ_{FC} [m]	0,0037	0,0053	0,0044	0,0026			
Q_{FC} [kN]	1734,9	1635,1	1316,3	687,6			
K_{FC} [kN/m]	471311	306952	297124	268605			
Δ_{FY} [m]	0,0087	0,0122	0,0102	0,0052			
Q_{FY} [kN]	4115,0	3751,3	3040,9	1405,9			
K_{eq} [kN/m]	471311	306952	297124	268605			
α (Q_{FC}/Q_{FY})	0,422	0,436	0,433	0,489			
n	4						
v	0,3	β'	0,54	β	0,35		
	N1	N2	N3	N4			
Δ_{DY} [mm]	2,6193	3,6663	3,0704	1,5702			
Q_{DY} [kN]	2215,8	2019,9	1637,4	757,0			
K_D [kN/m]	845941,9	550940,0	533299,6	482111,0			
Riostras							
H	3,00	B	3,75	Lb	4,80	θ	0,67
	Lbp						
L_{bp} [m]	2,200	2,200	2,200	2,200			
A_{bp} [mm ²]	1700,0	1700,0	1700,0	1700,0			
K_{bpi} [kN/m]	154545,4545	154545,4545	154545,4545	154545,4545			
T_Y [kN]	586,1	586,1	586,1	586,1			
Δ_{bp} [mm]	3,7921169	3,7921169	3,7921169	3,7921169			
Ratio	0,020	0,020	0,020	0,020			
K_{bpf} [kN/m]	3090,909091	3090,909091	3090,909091	3090,909091			
Tmax	773,5918476	773,5918476	773,5918476	773,5918476			
Δ_{bp} [mm]	64,4659873	64,4659873	64,4659873	64,4659873			
$Q_{DY\ OBJ}$ [kN]	1830,5265	1830,5265	1830,5265	1830,5265			
	Lb						
L_b [m]	1,301	1,301	1,301	1,301			
A_b [mm ²]	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0			
K_{bi} [kN/m]	5840889,906	5840889,906	5840889,906	5840889,906			
T_Y [kN]	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0			
	OK	OK	OK	OK			
Δ_b [mm]	2,242815806	2,242815806	2,242815806	2,242815806			
$\Delta_{b\ en\ Tybp}$ [mm]	0,100336497	0,100336497	0,100336497	0,100336497			
	0,840095191	1,175910407	0,984774038	0,503631316			
	Lbeq						
K_{beqi} [kN/m]	146778,1791	146778,1791	146778,1791	146778,1791			
Δ_{bei} [mm]	3,992789893	3,992789893	3,992789893	3,992789893			
K_{beqf} [kN/m]	3087,641226	3087,641226	3087,641226	3087,641226			
Δ_{bef} [mm]	64,73087565	64,73087565	64,73087565	64,73087565			
	MENOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR			
K_{si} [kN/m]	587112,72	587112,72	587112,72	587112,72			
K_{sf} [kN/m]	12350,6	12350,6	12350,6	12350,6			
Δ [mm]	3,1178	3,1178	3,1178	3,1178			

NIVELES 1 A 4



BRB-Parameters

ID: 4Px1-4

H: 3'000 mm

L: 3'750 mm

E: 200'000 MPa

Lb: 3000 mm ✓

ϵ_p : 0.0200

λ_1 : 0.066

λ_2 : .066

Ae1: 13000 mm²

Ae2: 13000 mm²

Ap: 1700 mm²

Fysc: 345 MPa

α_c : 35.00

BRB-Properties

Le1: 198 mm

Le2: 198 mm

Lp: 2'208 mm

λ_p : 0.74 ✓

α_1 : 7.65 ✓

α_2 : 7.65 ✓

Py: 587 kN

θ : 39 °

δ_{B-ep} : 44.34 mm

$\Delta B-ep$: 56.78 mm

Lwp: 4'802 mm

Lc: 901 mm ✓

λ_c : 0.30

$\Sigma \lambda$: 1.60

Ltotal: 4'802 mm

α_{cmin} : 34.80

A_{cmin}: 59'168 mm²

Ac: 59'500 mm² ✓

δ_{Bwp} : 44.43 mm

ΔBwp : 56.89 mm

δ_{Bwp}/δ_B : 1.00

Kc: 13'205.03 kN/mm

β : 1.164

β_w : 1.435

Theoretical Total Elastic Stiffness

KB: 147.09 kN/mm

KBwp: 143.88 kN/mm


KBwp/KB: 0.98


KF: 2.03

Post-elastic Stiffness

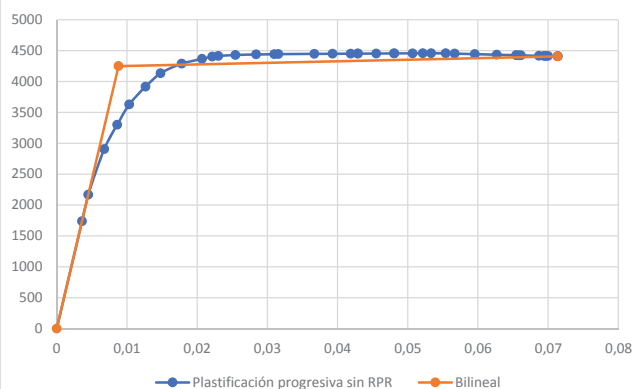
KBp-T: 2.88 kN/mm

KBp-C: 5.02 kN/mm

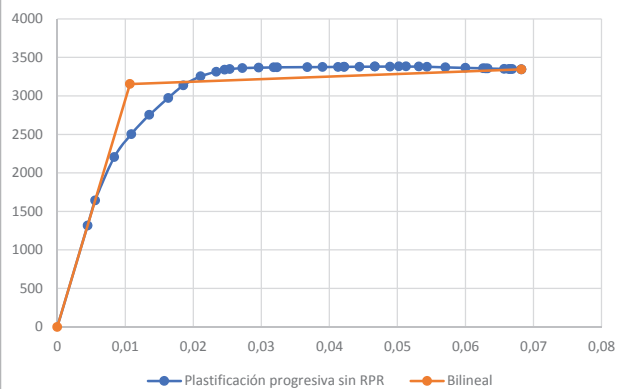
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta							 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 1.3		Plastificación progresiva por nivel Estructura sin disipadores en Y - Edificio de 4 pisos					2020	
Paso	C1		C2		C3		C4	
	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]
0	0,000001495	-0,012	0,000003203	-0,018	0,000003425	-0,013	0,000003877	-0,006
1	0,0035986	1735,848	0,0053178	1635,952	0,0044614	1317,053	0,0026188	688,002
2	0,00449	2165,998	0,0066348	2041,353	0,005566	1643,393	0,0032668	858,473
3	0,006774	2906,574	0,010437	2739,311	0,008379	2205,274	0,0045336	1151,986
4	0,0086098	3299,673	0,0137834	3109,775	0,010889	2503,536	0,0055748	1307,797
5	0,0103406	3629,447	0,0169058	3420,598	0,0135222	2753,747	0,0068492	1438,497
6	0,0126504	3917,046	0,0202034	3691,708	0,0163112	2971,969	0,0082682	1552,488
7	0,0147898	4133,221	0,022925	3895,39	0,0185252	3135,944	0,0093816	1638,144
8	0,0178146	4289,669	0,0264074	4043,016	0,0210816	3254,802	0,0105288	1700,224
9	0,020703	4366,989	0,029666	4115,736	0,0233798	3313,337	0,011329	1730,81
10	0,0221476	4401,668	0,0313346	4148,396	0,024606	3339,625	0,0117366	1744,544
11	0,0230348	4413,569	0,0323282	4159,675	0,0253582	3348,718	0,0119388	1749,286
12	0,025475	4429,375	0,0348814	4174,488	0,0272178	3360,613	0,0123752	1755,514
13	0,0284106	4437,945	0,0380258	4182,576	0,0296084	3367,128	0,012796	1758,918
14	0,0310008	4441,858	0,0408568	4186,282	0,0318248	3370,099	0,0130868	1760,474
15	0,031582	4443,313	0,0414952	4187,629	0,032324	3371,19	0,0131548	1761,038
16	0,0367062	4446,563	0,0471202	4190,684	0,0367624	3373,637	0,0136256	1762,327
17	0,039297	4449,073	0,049963	4193,057	0,0390078	3375,565	0,0139432	1763,322
18	0,041872	4449,965	0,0528042	4193,897	0,0412722	3376,243	0,0142206	1763,674
19	0,0428758	4451,87	0,0539136	4195,693	0,04215	3377,696	0,0143516	1764,433
20	0,042916	4451,908	0,0539586	4195,775	0,0421864	3377,838	0,0143582	1764,566
21	0,04552	4451,918	0,056804	4195,725	0,044427	3377,733	0,0146468	1764,452
22	0,048076	4455,9	0,0596392	4199,491	0,0466794	3380,736	0,0149636	1766,029
23	0,048076	4455,9	0,0596392	4199,491	0,0466794	3380,736	0,0149636	1766,029
24	0,0506862	4455,334	0,062493	4198,945	0,0489334	3380,323	0,0152416	1765,806
25	0,052148	4458,309	0,064112	4201,758	0,050217	3382,578	0,015436	1766,985
26	0,0533382	4458,42	0,0654344	4201,86	0,051276	3382,626	0,0155524	1767,03
27	0,0554074	4456,203	0,0677514	4199,779	0,0531528	3380,909	0,0156738	1766,149
28	0,0566944	4451,6	0,0692164	4195,435	0,0543686	3377,49	0,0156698	1764,323
29	0,0595538	4443,46	0,0724768	4187,773	0,0570676	3371,292	0,0156676	1761,111
30	0,062678	4433,986	0,076037	4178,842	0,0600158	3364,132	0,0156622	1757,343
31	0,0654374	4425,768	0,0791844	4171,109	0,0626252	3357,878	0,015657	1754,09
32	0,065792	4424,539	0,0795868	4169,923	0,0629576	3356,962	0,0156566	1753,6
33	0,066122	4423,773	0,079964	4169,212	0,0632694	3356,38	0,0156566	1753,295
34	0,068698	4415,226	0,082897	4161,155	0,0657	3349,891	0,0156502	1749,909
35	0,069425	4413,66	0,083728	4159,677	0,0663872	3348,701	0,0156502	1749,293
36	0,0696714	4412,746	0,0840068	4158,818	0,0666186	3348,012	0,0156492	1748,924
37	0,0699726	4411,992	0,084352	4158,11	0,0669042	3347,442	0,0156488	1748,627
38	0,071374	4407,56	0,0859482	4153,976	0,0682262	3344,134	0,0156466	1746,895
39	0,0713758	4407,557	0,0859498	4153,965	0,0682274	3344,131	0,0156464	1746,9

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta							 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 1.3		Plastificación progresiva por nivel Estructura con disipadores en Y - Edificio de 4 pisos					2020	
Paso	N1		N2		N3		N4	
	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]
0	-5,0186E-07	-0,00198978	-8,1814E-07	-0,00098616	-0,000000272	-0,00199653	7,665E-07	0,000994249
1	0,003379	2494,831	0,004644	2351,009	0,0038012	1892,766	0,0021978	988,782
2	0,004678	3345,374	0,0064842	3152,82	0,0052698	2538,16	0,0030004	1325,886
3	0,006517	4224,898	0,0092984	3981,78	0,0072586	3205,504	0,0039154	1674,481
4	0,00869	4929,055	0,013058	4645,225	0,0098002	3739,708	0,0048464	1953,615
5	0,010362	5366,998	0,015917	5058,207	0,011856	4072,08	0,0056348	2127,169
6	0,0124414	5682,746	0,0185936	5355,756	0,013781	4311,588	0,0064182	2252,273
7	0,0145812	5940,765	0,0211324	5598,944	0,0156242	4507,367	0,00719	2354,548
8	0,0170418	6158,935	0,0239816	5804,585	0,0174926	4672,882	0,007942	2441,01
9	0,01999	6315,265	0,0271434	5951,848	0,019346	4791,427	0,0085888	2502,921
10	0,022736	6414,689	0,0300362	6045,685	0,0210856	4866,972	0,0090966	2542,385
11	0,026002	6474,542	0,0332316	6102,024	0,0230694	4912,375	0,009461	2566,115
12	0,0297572	6528,937	0,0370128	6153,271	0,02559	4953,63	0,0098302	2587,66
13	0,0332824	6570,031	0,0406432	6192,006	0,0281378	4984,807	0,0101218	2603,949
14	0,0360688	6592,713	0,0436278	6213,347	0,0304094	5001,917	0,010293	2612,919
15	0,0408048	6628,555	0,0487146	6247,126	0,0343078	5029,082	0,01058	2627,122
16	0,04553	6663,15	0,0538	6279,727	0,0382218	5055,302	0,010867	2640,831
17	0,049729	6693,426	0,0583134	6308,216	0,0416498	5078,299	0,0111256	2652,832
18	0,0544112	6724,845	0,0633426	6337,883	0,0453602	5102,142	0,011395	2665,289
19	0,0552062	6730,635	0,0641936	6343,332	0,045982	5106,667	0,0114484	2667,585
20	0,059827	6749,632	0,069318	6361,253	0,050055	5120,934	0,011539	2675,102
21	0,0626294	6759,255	0,0724536	6370,33	0,0525948	5128,224	0,0115642	2678,923
22	0,0651162	6768,164	0,075233	6378,713	0,0548412	5135,011	0,0115886	2682,452
23	0,0660208	6771,894	0,0762372	6382,222	0,0556416	5137,952	0,0116036	2683,938
24	0,066578	6773,268	0,0768568	6383,518	0,0561406	5138,889	0,0116074	2684,477
25	0,066578	6773,28	0,076857	6383,513	0,0561406	5138,888	0,0116074	2684,48
26	0,066578	6773,28	0,076857	6383,513	0,0561406	5138,888	0,0116074	2684,48
27	0,0665822	6772,786	0,0768602	6383,234	0,0561422	5138,859	0,0116074	2684,451

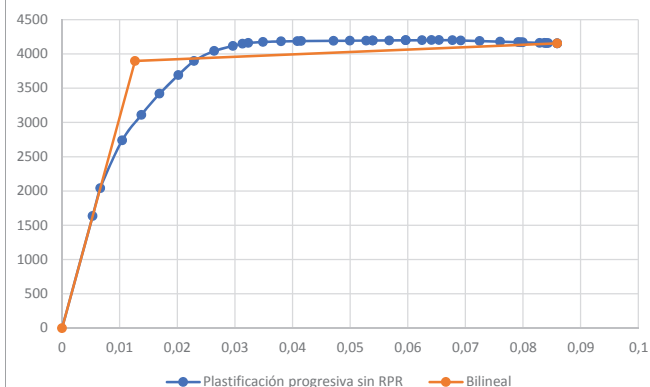
Nivel 1



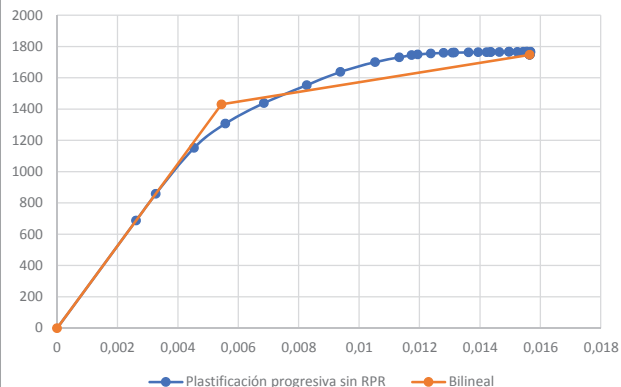
Nivel 3



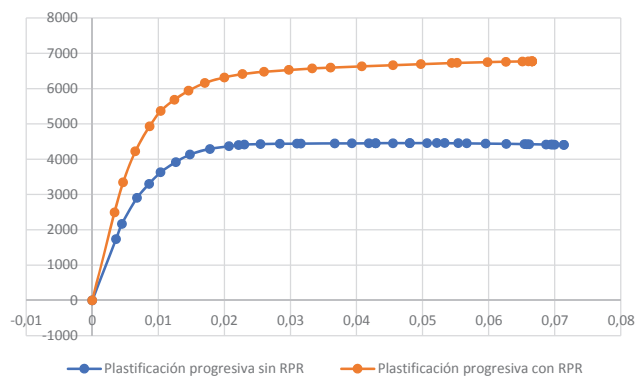
Nivel 2



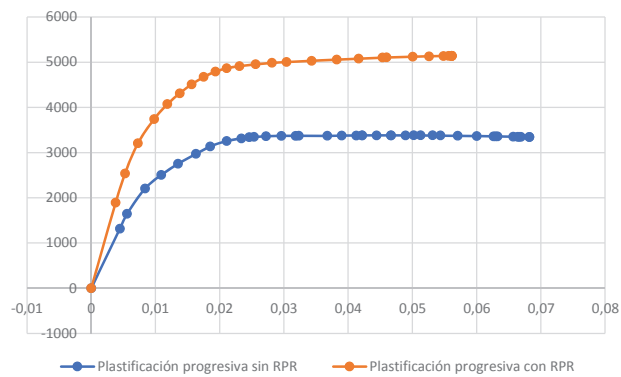
Nivel 4



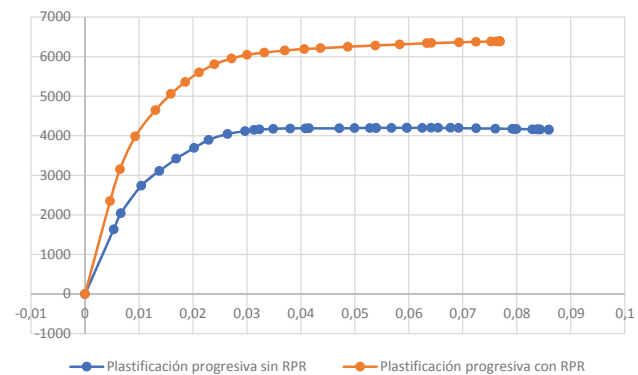
Nivel 1



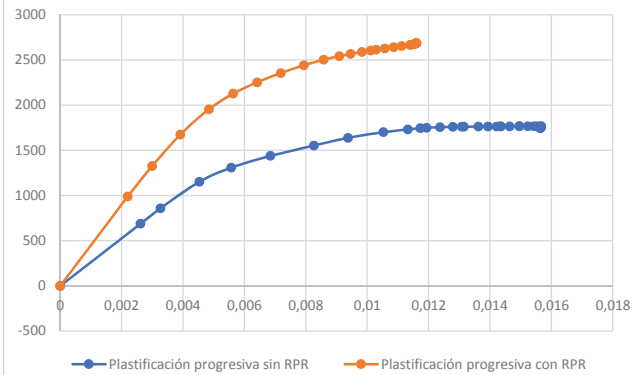
Nivel 3




Nivel 2



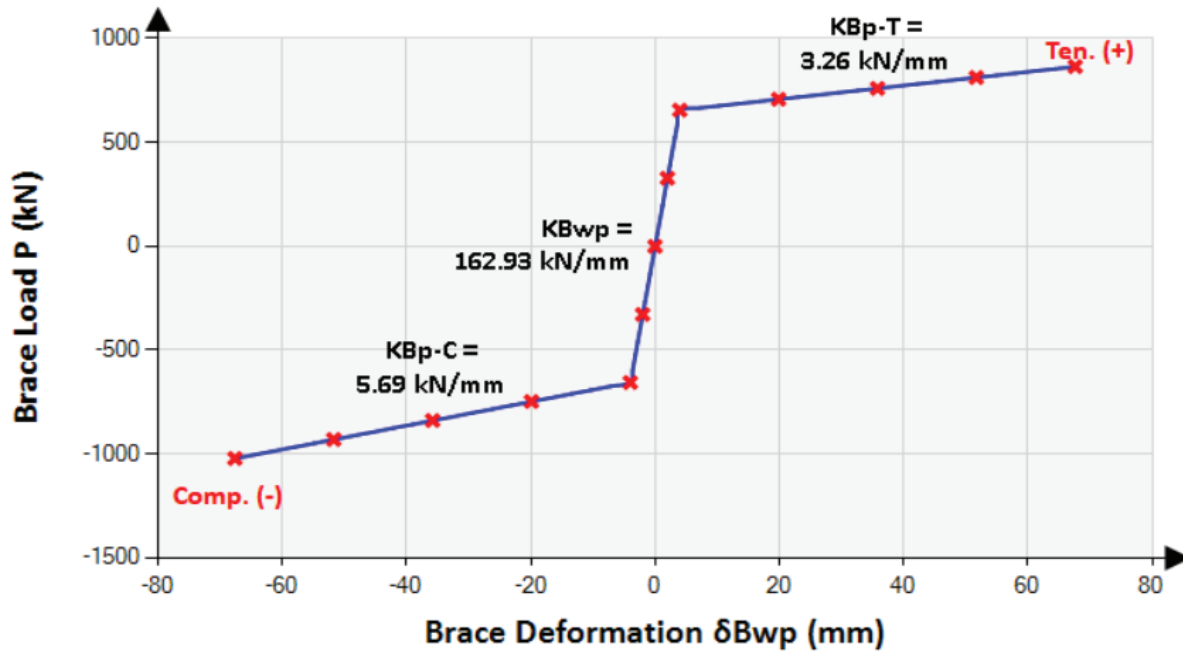
Nivel 4



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.3	Aplicación metodología de Oviedo para definición de disipadores en Y	2020

	C1	C2	C3	C4			
Δ_{FC} [m]	0,0036	0,0053	0,0045	0,0026			
Q_{FC} [kN]	1735,8	1636,0	1317,1	688,0			
K_{FC} [kN/m]	482368	307637	295211	262717			
Δ_{FY} [m]	0,0088	0,0127	0,0107	0,0054			
Q_{FY} [kN]	4248,9	3896,8	3154,6	1430,4			
K_{eq} [kN/m]	482368	307637	295211	262717			
α (Q_{FC}/Q_{FY})	0,409	0,420	0,418	0,481			
n	4						
v	0,3	β'	0,54	β	0,35		
	N1	N2	N3	N4			
Δ_{DY} [mm]	2,6426	3,8001	3,2057	1,6334			
Q_{DY} [kN]	2287,9	2098,3	1698,6	770,2			
K_D [kN/m]	865788,0	552169,0	529865,4	471542,5			
H	3,00	B	Riostras 3,00	Lb	4,24	θ	0,79
Lbp							
L_{bp} [m]	2,250	2,250	2,250	2,250			
A_{bp} [mm ²]	1900,0	1900,0	1900,0	1900,0			
K_{bpi} [kN/m]	168888,8889	168888,8889	168888,8889	168888,8889			
T_Y [kN]	655,0	655,0	655,0	655,0			
Δ_{bp} [mm]	3,878301375	3,878301375	3,878301375	3,878301375			
Ratio	0,020	0,020	0,020	0,020			
K_{bpf} [kN/m]	3377,777778	3377,777778	3377,777778	3377,777778			
T_{max}	864,6026532	864,6026532	864,6026532	864,6026532			
Δ_{bp} [mm]	65,93112338	65,93112338	65,93112338	65,93112338			
$Q_{DY\ OBJ}$ [kN]	1852,625452	1852,625452	1852,625452	1852,625452			
	Lb						
L_b [m]	0,996	0,996	0,996	0,996			
A_b [mm ²]	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0			
K_{bi} [kN/m]	7628068,672	7628068,672	7628068,672	7628068,672			
T_Y [kN]	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0			
OK	OK	OK	OK	OK			
Δ_b [mm]	1,717346915	1,717346915	1,717346915	1,717346915			
Δ_b en T_{Ybp} [mm]	0,085867346	0,085867346	0,085867346	0,085867346			
	0,922741359	1,326929243	1,119399939	0,570348619			
	Lbeq						
K_{beqi} [kN/m]	161727,4511	161727,4511	161727,4511	161727,4511			
Δ_{bei} [mm]	4,050036066	4,050036066	4,050036066	4,050036066			
K_{beqf} [kN/m]	3374,789004	3374,789004	3374,789004	3374,789004			
Δ_{bef} [mm]	66,15781317	66,15781317	66,15781317	66,15781317			
MENOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR			
K_{si} [kN/m]	646909,80	646909,80	646909,80	646909,80			
K_{sf} [kN/m]	13499,2	13499,2	13499,2	13499,2			
Δ [mm]	2,8638	2,8638	2,8638	2,8638			
	Acero BRB						
E	200000	MPa	Ry	1,1			
F_{ySC}	344,7379	MPa	Rt	1,2			
f_u	448,1593	MPa	Rtotal	1,32			
F_{ye}	379,2117	MPa					
F_{ue}	492,9752	MPa					

NIVELES 1 A 4



BRB-Parameters

ID:	4Py1-4
H:	3'000 mm
L:	3'000 mm
E:	200'000 MPa
Lb:	3'400 mm ✓
Ep:	0.0200
λ_1 :	.0845
λ_2 :	.0845
Ae1:	38'000 mm ²
Ae2:	38'000 mm ²
Ap:	1900 mm ²
Fysc:	345 MPa
α_c :	35.00

BRB-Properties

Le1:	287 mm	$\Sigma \lambda$:	1.25
Le2:	287 mm	Ltotal:	4'243 mm
Lp:	2'251 mm	α_{min} :	29.33
λ_p :	0.66 ✓	Acmin:	55'726 mm ²
α_1 :	20.00 ✓	Ac:	66'500 mm ² ✓
α_2 :	20.00 ✓	δB_{wp} :	45.16 mm
Py:	656 kN	ΔB_{wp} :	63.86 mm
θ :	45 °	$\delta B_{wp}/\delta B$:	1.00
δB_{-ep} :	45.12 mm	Kc:	31'567.43 kN/mm
ΔB_{-ep} :	63.80 mm	β :	1.164
Lwp:	4'243 mm	β_w :	1.435
Lc:	421 mm ✓		
λ_c :	0.12		

Theoretical Total Elastic Stiffness

KB:	164.63 kN/mm	KBwp:	162.93 kN/mm	KBwp/KB:	0.99	KF:	1.82
-----	--------------	-------	--------------	----------	------	-----	------

Post-elastic Stiffness

KBp-T:	3.26 kN/mm	KBp-C:	5.69 kN/mm
--------	------------	--------	------------


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.5	Cálculo de derivas - Matriz Phi	
		2020

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U1 194	-5.E-07	-3.E-02	-7.E-03	2.E-06	-3.E-02	-7.E-03	-7.E-06	-2.E-02	-6.E-03	1.E-05	1.E-02	-2.E-05
U2 194	3.E-02	-6.E-08	-5.E-06	-3.E-02	-1.E-07	-3.E-05	2.E-02	-7.E-08	-1.E-04	-1.E-02	2.E-07	-4.E-07
U3 194	-1.E-07	-9.E-09	-2.E-03	7.E-07	-1.E-07	-2.E-03	-2.E-06	-1.E-07	-2.E-03	4.E-06	5.E-08	1.E-09
U1 193	-4.E-07	-3.E-02	-6.E-03	-3.E-08	-2.E-03	-6.E-04	8.E-06	2.E-02	5.E-03	-2.E-05	-2.E-02	2.E-05
U2 193	3.E-02	-5.E-08	-4.E-06	-1.E-03	-1.E-08	-3.E-06	-2.E-02	7.E-08	9.E-05	2.E-02	-3.E-07	2.E-07
U3 193	-1.E-07	-3.E-09	-2.E-03	-9.E-09	-2.E-08	-2.E-04	3.E-06	1.E-07	2.E-03	-8.E-06	-1.E-07	-3.E-09
U1 192	-3.E-07	-2.E-02	-4.E-03	-2.E-06	2.E-02	6.E-03	2.E-06	6.E-03	2.E-03	3.E-05	3.E-02	-9.E-06
U2 192	2.E-02	-4.E-08	-3.E-06	2.E-02	9.E-08	2.E-05	-5.E-03	2.E-08	3.E-05	-3.E-02	4.E-07	-8.E-07
U3 192	-9.E-08	2.E-10	-1.E-03	-7.E-07	8.E-08	2.E-03	7.E-07	5.E-08	6.E-04	9.E-06	2.E-07	2.E-09
U1 191	-1.E-07	-8.E-03	-2.E-03	-2.E-06	2.E-02	5.E-03	-9.E-06	-3.E-02	-6.E-03	-2.E-05	-2.E-02	1.E-05
U2 191	8.E-03	-2.E-08	-1.E-06	2.E-02	8.E-08	2.E-05	3.E-02	-8.E-08	-1.E-04	2.E-02	-3.E-07	8.E-07
U3 191	-4.E-08	-2.E-09	-7.E-04	-6.E-07	7.E-08	2.E-03	-3.E-06	-1.E-07	-2.E-03	-6.E-06	-1.E-07	-3.E-10

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.5	Cálculo de derivas - Matriz Phi Ortonormalizada	

2020

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U1 194	0.000	-0.029	-0.008	0.000	-0.028	-0.008	0.000	-0.023	-0.006	0.000	0.012	-0.031
U2 194	0.029	0.000	0.000	-0.028	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	-0.012	0.000	-0.001
U3 194	0.000	0.000	-0.003	0.000	0.000	-0.003	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000
U1 193	0.000	-0.025	-0.007	0.000	-0.002	-0.001	0.000	0.022	0.006	0.000	-0.021	0.021
U2 193	0.025	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	-0.022	0.000	0.000	0.021	0.000	0.000
U3 193	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
U1 192	0.000	-0.018	-0.005	0.000	0.024	0.007	0.000	0.006	0.002	0.000	0.025	-0.012
U2 192	0.017	0.000	0.000	0.024	0.000	0.000	-0.005	0.000	0.000	-0.025	0.000	-0.001
U3 192	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
U1 191	0.000	-0.008	-0.002	0.000	0.021	0.006	0.000	-0.026	-0.007	0.000	-0.019	0.017
U2 191	0.008	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.020	0.000	0.001
U3 191	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta	
ANEXO 1.5	<div>  <div> <div>UNIVERSIDAD</div> <div>NACIONAL</div> <div>DE COLOMBIA</div> </div> </div> 2020


Cálculo de derivas - Desplazamientos en X por modo (Sismo de diseño)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U1 194	-1.71E-11	-6.31E-02	-4.58E-03	1.84E-11	-2.05E-03	-1.50E-04	-2.48E-11	-3.37E-04	-2.29E-05	4.30E-11	3.71E-05	-4.75E-05
U2 194	1.05E-06	-1.23E-07	-3.16E-06	-2.27E-07	-7.09E-09	-6.43E-07	8.52E-08	-1.06E-09	-4.32E-07	-4.20E-08	5.79E-10	-9.62E-07
U3 194	-4.97E-12	-1.95E-08	-1.53E-03	5.88E-12	-9.40E-09	-5.00E-05	-8.22E-12	-1.94E-09	-7.63E-06	1.36E-11	1.43E-10	2.78E-09
U1 193	-1.46E-11	-5.49E-02	-3.99E-03	-2.07E-13	-1.35E-04	-1.25E-05	3.07E-11	3.21E-04	2.16E-05	-8.59E-11	-6.50E-05	3.24E-05
U2 193	9.02E-07	-1.12E-07	-2.62E-06	-8.96E-09	-7.96E-10	-7.50E-08	-8.36E-08	1.00E-09	3.59E-07	7.53E-08	-9.62E-10	4.90E-07
U3 193	-4.27E-12	-7.21E-09	-1.33E-03	-7.41E-14	-1.27E-09	-4.17E-06	1.02E-11	1.71E-09	7.20E-06	-2.81E-11	-2.96E-10	-6.97E-09
U1 192	-1.03E-11	-3.89E-02	-2.85E-03	-1.77E-11	1.76E-03	1.28E-04	7.80E-12	8.86E-05	7.21E-06	9.67E-11	7.74E-05	-1.86E-05
U2 192	6.31E-07	-8.08E-08	-1.77E-06	1.96E-07	6.10E-09	5.10E-07	-1.90E-08	3.34E-10	1.02E-07	-9.15E-08	1.14E-09	-1.82E-06
U3 192	-3.03E-12	4.29E-10	-9.51E-04	-5.67E-12	5.79E-09	4.28E-05	2.59E-12	7.06E-10	2.40E-06	3.21E-11	4.75E-10	3.41E-09
U1 191	-4.88E-12	-1.74E-02	-1.32E-03	-1.52E-11	1.54E-03	1.18E-04	-3.40E-11	-3.81E-04	-2.61E-05	-6.80E-11	-5.96E-05	2.59E-05
U2 191	2.75E-07	-3.61E-08	-7.43E-07	1.65E-07	5.48E-09	4.43E-07	9.79E-08	-1.21E-09	-4.24E-07	7.21E-08	-9.12E-10	1.74E-06
U3 191	-1.45E-12	-5.18E-09	-4.42E-04	-4.89E-12	4.82E-09	3.94E-05	-1.12E-11	-1.92E-09	-8.72E-06	-2.26E-11	-3.96E-10	-5.79E-10

U Sismo_X
0.0633
0.0000
0.0015
0.0550
0.0000
0.0013
0.0390
0.0000
0.0010
0.0176
0.0000
0.0004

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 1.5	Cálculo de derivas - Deriva en X por modo (Sismo de diseño)	2020	


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Δ Sismo_X	
U1 194	-2.47E-12	-8.20E-03	-5.88E-04	1.86E-11	-1.92E-03	-1.37E-04	-5.55E-11	-6.58E-04	-4.45E-05	1.29E-10	1.02E-04	-7.98E-05	0.0085	0.28%
U2 194	1.45E-07	-1.07E-08	-5.32E-07	-2.18E-07	-6.29E-09	-5.68E-07	1.69E-07	-2.06E-09	-7.91E-07	-1.17E-07	1.54E-09	-1.45E-06	0.0000	
U3 194	-6.98E-13	-1.23E-08	-1.96E-04	5.95E-12	-8.13E-09	-4.59E-05	-1.84E-11	-3.64E-09	-1.48E-05	4.16E-11	4.39E-10	9.75E-09	0.0002	
U1 193	-4.31E-12	-1.60E-02	-1.14E-03	1.75E-11	-1.89E-03	-1.41E-04	2.29E-11	2.32E-04	1.44E-05	-1.83E-10	-1.42E-04	5.10E-05	0.0161	0.54%
U2 193	2.71E-07	-3.10E-08	-8.55E-07	-2.05E-07	-6.89E-09	-5.85E-07	-6.46E-08	6.68E-10	2.57E-07	1.67E-07	-2.10E-09	2.31E-06	0.0000	
U3 193	-1.24E-12	-7.63E-09	-3.79E-04	5.60E-12	-7.07E-09	-4.70E-05	7.58E-12	1.00E-09	4.79E-06	-6.01E-11	-7.71E-10	-1.04E-08	0.0004	
U1 192	-5.42E-12	-2.15E-02	-1.53E-03	-2.45E-12	2.20E-04	1.04E-05	4.18E-11	4.69E-04	3.34E-05	1.65E-10	1.37E-04	-4.45E-05	0.0215	0.72%
U2 192	3.55E-07	-4.47E-08	-1.03E-06	3.03E-08	6.16E-10	6.65E-08	-1.17E-07	1.54E-09	5.26E-07	-1.64E-07	2.05E-09	-3.56E-06	0.0000	
U3 192	-1.57E-12	5.61E-09	-5.09E-04	-7.85E-13	9.69E-10	3.46E-06	1.38E-11	2.62E-09	1.11E-05	5.47E-11	8.70E-10	3.99E-09	0.0005	
U1 191	-4.88E-12	-1.74E-02	-1.32E-03	-1.52E-11	1.54E-03	1.18E-04	-3.40E-11	-3.81E-04	-2.61E-05	-6.80E-11	-5.96E-05	2.59E-05	0.0176	0.59%
U2 191	2.75E-07	-3.61E-08	-7.43E-07	1.65E-07	5.48E-09	4.43E-07	9.79E-08	-1.21E-09	-4.24E-07	7.21E-08	-9.12E-10	1.74E-06	0.0000	
U3 191	-1.45E-12	-5.18E-09	-4.42E-04	-4.89E-12	4.82E-09	3.94E-05	-1.12E-11	-1.92E-09	-8.72E-06	-2.26E-11	-3.96E-10	-5.79E-10	0.0004	

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.5	Cálculo de derivas - Desplazamientos en Y por modo (Sismo de diseño)	
		2020

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	U Sismo_Y
U1 194	-1.04E-06	-1.28E-07	-2.96E-06	1.75E-07	-6.92E-09	-4.95E-07	-1.05E-07	-9.99E-10	-4.54E-07	4.18E-08	5.83E-10	-2.43E-06	0.0000
U2 194	6.37E-02	-2.48E-13	-2.04E-09	-2.15E-03	-2.39E-14	-2.12E-09	3.62E-04	-3.14E-15	-8.57E-09	-4.09E-05	9.10E-15	-4.92E-08	0.0637
U3 194	-3.02E-07	-3.94E-14	-9.86E-07	5.59E-08	-3.17E-14	-1.65E-07	-3.49E-08	-5.74E-15	-1.52E-07	1.32E-08	2.25E-15	1.42E-10	0.0000
U1 193	-8.89E-07	-1.11E-07	-2.58E-06	-1.97E-09	-4.54E-10	-4.14E-08	1.31E-07	9.51E-10	4.28E-07	-8.36E-08	-1.02E-09	1.65E-06	0.0000
U2 193	5.49E-02	-2.26E-13	-1.70E-09	-8.51E-05	-2.68E-15	-2.48E-10	-3.56E-04	2.97E-15	7.12E-09	7.33E-05	-1.51E-14	2.51E-08	0.0549
U3 193	-2.60E-07	-1.46E-14	-8.60E-07	-7.04E-10	-4.29E-15	-1.38E-08	4.32E-08	5.06E-15	1.43E-07	-2.73E-08	-4.65E-15	-3.57E-10	0.0000
U1 192	-6.27E-07	-7.87E-08	-1.84E-06	-1.68E-07	5.92E-09	4.24E-07	3.32E-08	2.63E-10	1.43E-07	9.41E-08	1.22E-09	-9.52E-07	0.0000
U2 192	3.84E-02	-1.63E-13	-1.14E-09	1.86E-03	2.06E-14	1.68E-09	-8.09E-05	9.90E-16	2.02E-09	-8.91E-05	1.79E-14	-9.30E-08	0.0384
U3 192	-1.84E-07	8.68E-16	-6.15E-07	-5.39E-08	1.95E-14	1.41E-07	1.10E-08	2.09E-15	4.77E-08	3.12E-08	7.46E-15	1.75E-10	0.0000
U1 191	-2.97E-07	-3.53E-08	-8.57E-07	-1.45E-07	5.18E-09	3.90E-07	-1.44E-07	-1.13E-09	-5.19E-07	-6.62E-08	-9.36E-10	1.32E-06	0.0000
U2 191	1.68E-02	-7.31E-14	-4.80E-10	1.57E-03	1.85E-14	1.46E-09	4.16E-04	-3.58E-15	-8.41E-09	7.02E-05	-1.43E-14	8.90E-08	0.0168
U3 191	-8.83E-08	-1.05E-14	-2.86E-07	-4.65E-08	1.63E-14	1.30E-07	-4.77E-08	-5.68E-15	-1.73E-07	-2.20E-08	-6.21E-15	-2.96E-11	0.0000

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 1.5	Cálculo de derivas - Deriva en Y por modo (Sismo de diseño)	2020	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Δ Sismo_Y	
U1 194	-1.50E-07	-1.66E-08	-3.80E-07	1.77E-07	-6.46E-09	-4.54E-07	-2.36E-07	-1.95E-09	-8.83E-07	1.25E-07	1.61E-09	-4.08E-06	0.0000	0.30%
U2 194	8.81E-03	-2.17E-14	-3.44E-10	-2.07E-03	-2.12E-14	-1.88E-09	7.18E-04	-6.11E-15	-1.57E-08	-1.14E-04	2.42E-14	-7.42E-08	0.0091	
U3 194	-4.25E-08	-2.48E-14	-1.27E-07	5.66E-08	-2.74E-14	-1.51E-07	-7.81E-08	-1.08E-14	-2.94E-07	4.05E-08	6.90E-15	4.99E-10	0.0000	0.55%
U1 193	-2.62E-07	-3.23E-08	-7.35E-07	1.66E-07	-6.38E-09	-4.65E-07	9.73E-08	6.88E-10	2.85E-07	-1.78E-07	-2.24E-09	2.61E-06	0.0000	
U2 193	1.65E-02	-6.27E-14	-5.53E-10	-1.95E-03	-2.32E-14	-1.93E-09	-2.75E-04	1.98E-15	5.10E-09	1.62E-04	-3.30E-14	1.18E-07	0.0166	
U3 193	-7.57E-08	-1.54E-14	-2.45E-07	5.32E-08	-2.38E-14	-1.55E-07	3.22E-08	2.97E-15	9.51E-08	-5.85E-08	-1.21E-14	-5.31E-10	0.0000	0.72%
U1 192	-3.30E-07	-4.34E-08	-9.87E-07	-2.33E-08	7.41E-10	3.43E-08	1.78E-07	1.39E-09	6.62E-07	1.60E-07	2.15E-09	-2.28E-06	0.0000	
U2 192	2.16E-02	-9.04E-14	-6.64E-10	2.88E-04	2.08E-15	2.20E-10	-4.97E-04	4.57E-15	1.04E-08	-1.59E-04	3.22E-14	-1.82E-07	0.0216	
U3 192	-9.58E-08	1.13E-14	-3.29E-07	-7.46E-09	3.27E-15	1.14E-08	5.87E-08	7.78E-15	2.21E-07	5.32E-08	1.37E-14	2.04E-10	0.0000	0.56%
U1 191	-2.97E-07	-3.53E-08	-8.57E-07	-1.45E-07	5.18E-09	3.90E-07	-1.44E-07	-1.13E-09	-5.19E-07	-6.62E-08	-9.36E-10	1.32E-06	0.0000	
U2 191	1.68E-02	-7.31E-14	-4.80E-10	1.57E-03	1.85E-14	1.46E-09	4.16E-04	-3.58E-15	-8.41E-09	7.02E-05	-1.43E-14	8.90E-08	0.0168	
U3 191	-8.83E-08	-1.05E-14	-2.86E-07	-4.65E-08	1.63E-14	1.30E-07	-4.77E-08	-5.68E-15	-1.73E-07	-2.20E-08	-6.21E-15	-2.96E-11	0.0000	

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.5	Cálculo de derivas - Resultados de derivas (Sismo D)	2020

GDL	Δ Sismo_X		Deriva X
U1 194	0.00847272	0.00847272	0.28%
U2 194	1.8572E-06		
U3 194	0.00020173		
U1 193	0.01613433	0.01613434	0.54%
U2 193	2.5734E-06		
U3 193	0.00038169		
U1 192	0.02152177	0.02152177	0.72%
U2 192	3.7663E-06		
U3 192	0.00050904		
U1 191	0.01755554	0.01755554	0.59%
U2 191	2.0197E-06		
U3 191	0.00044372		

GDL	Δ Sismo_Y		Deriva Y
U1 194	4.23231E-06	0.0090814	0.30%
U2 194	0.009081397		
U3 194	3.71971E-07		
U1 193	2.78763E-06	0.01660978	0.55%
U2 193	0.016609781		
U3 193	3.2576E-07		
U1 192	2.60021E-06	0.02164325	0.72%
U2 192	0.021643246		
U3 192	4.15503E-07		
U1 191	1.74431E-06	0.01684166	0.56%
U2 191	0.016841657		
U3 191	3.75728E-07		

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.5	Cálculo de derivas - Desplazamientos en X por modo (Sismo MCE)	
	2020	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	U Sismo_X
U1 194	-2.56E-11	-9.46E-02	-6.86E-03	2.76E-11	-3.08E-03	-2.25E-04	-3.72E-11	-5.06E-04	-3.43E-05	6.44E-11	5.57E-05	-7.12E-05	0.0949
U2 194	1.57E-06	-1.84E-07	-4.73E-06	-3.40E-07	-1.06E-08	-9.65E-07	1.28E-07	-1.59E-09	-6.48E-07	-6.30E-08	8.68E-10	-1.44E-06	0.0000
U3 194	-7.45E-12	-2.92E-08	-2.29E-03	8.81E-12	-1.41E-08	-7.50E-05	-1.23E-11	-2.90E-09	-1.15E-05	2.03E-11	2.15E-10	4.17E-09	0.0023
U1 193	-2.19E-11	-8.23E-02	-5.98E-03	-3.11E-13	-2.02E-04	-1.88E-05	4.60E-11	4.81E-04	3.24E-05	-1.29E-10	-9.76E-05	4.85E-05	0.0825
U2 193	1.35E-06	-1.68E-07	-3.94E-06	-1.34E-08	-1.19E-09	-1.12E-07	-1.25E-07	1.50E-09	5.38E-07	1.13E-07	-1.44E-09	7.35E-07	0.0000
U3 193	-6.40E-12	-1.08E-08	-1.99E-03	-1.11E-13	-1.91E-09	-6.25E-06	1.52E-11	2.56E-09	1.08E-05	-4.21E-11	-4.44E-10	-1.05E-08	0.0020
U1 192	-1.54E-11	-5.83E-02	-4.28E-03	-2.65E-11	2.64E-03	1.93E-04	1.17E-11	1.33E-04	1.08E-05	1.45E-10	1.16E-04	-2.79E-05	0.0586
U2 192	9.46E-07	-1.21E-07	-2.65E-06	2.94E-07	9.14E-09	7.65E-07	-2.85E-08	5.01E-10	1.53E-07	-1.37E-07	1.70E-09	-2.73E-06	0.0000
U3 192	-4.54E-12	6.44E-10	-1.43E-03	-8.51E-12	8.69E-09	6.42E-05	3.88E-12	1.06E-09	3.61E-06	4.81E-11	7.12E-10	5.12E-09	0.0014
U1 191	-7.31E-12	-2.61E-02	-1.99E-03	-2.29E-11	2.31E-03	1.77E-04	-5.09E-11	-5.71E-04	-3.92E-05	-1.02E-10	-8.94E-05	3.88E-05	0.0263
U2 191	4.13E-07	-5.42E-08	-1.11E-06	2.48E-07	8.22E-09	6.65E-07	1.47E-07	-1.81E-09	-6.36E-07	1.08E-07	-1.37E-09	2.61E-06	0.0000
U3 191	-2.18E-12	-7.76E-09	-6.63E-04	-7.33E-12	7.23E-09	5.90E-05	-1.68E-11	-2.87E-09	-1.31E-05	-3.39E-11	-5.93E-10	-8.69E-10	0.0007

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 1.5	Cálculo de derivas - Deriva en X por modo (Sismo MCE)	2020	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U1 194	-3.70E-12	-1.23E-02	-8.81E-04	2.79E-11	-2.88E-03	-2.06E-04	-8.32E-11	-9.86E-04	-6.67E-05	1.93E-10	1.53E-04	-1.20E-04
U2 194	2.17E-07	-1.61E-08	-7.98E-07	-3.26E-07	-9.44E-09	-8.52E-07	2.53E-07	-3.09E-09	-1.19E-06	-1.76E-07	2.31E-09	-2.18E-06
U3 194	-1.05E-12	-1.84E-08	-2.94E-04	8.93E-12	-1.22E-08	-6.88E-05	-2.76E-11	-5.46E-09	-2.22E-05	6.24E-11	6.59E-10	1.46E-08
U1 193	-6.47E-12	-2.40E-02	-1.70E-03	2.62E-11	-2.84E-03	-2.11E-04	3.43E-11	3.48E-04	2.16E-05	-2.74E-10	-2.14E-04	7.65E-05
U2 193	4.06E-07	-4.65E-08	-1.28E-06	-3.07E-07	-1.03E-08	-8.77E-07	-9.69E-08	1.00E-09	3.85E-07	2.50E-07	-3.15E-09	3.46E-06
U3 193	-1.87E-12	-1.15E-08	-5.68E-04	8.40E-12	-1.06E-08	-7.05E-05	1.14E-11	1.50E-09	7.19E-06	-9.02E-11	-1.16E-09	-1.56E-08
U1 192	-8.13E-12	-3.22E-02	-2.29E-03	-3.67E-12	3.30E-04	1.56E-05	6.26E-11	7.04E-04	5.00E-05	2.47E-10	2.06E-04	-6.68E-05
U2 192	5.33E-07	-6.70E-08	-1.54E-06	4.55E-08	9.23E-10	9.98E-08	-1.75E-07	2.31E-09	7.89E-07	-2.45E-07	3.07E-09	-5.34E-06
U3 192	-2.36E-12	8.41E-09	-7.63E-04	-1.18E-12	1.45E-09	5.19E-06	2.07E-11	3.93E-09	1.67E-05	8.20E-11	1.31E-09	5.99E-09
U1 191	-7.31E-12	-2.61E-02	-1.99E-03	-2.29E-11	2.31E-03	1.77E-04	-5.09E-11	-5.71E-04	-3.92E-05	-1.02E-10	-8.94E-05	3.88E-05
U2 191	4.13E-07	-5.42E-08	-1.11E-06	2.48E-07	8.22E-09	6.65E-07	1.47E-07	-1.81E-09	-6.36E-07	1.08E-07	-1.37E-09	2.61E-06
U3 191	-2.18E-12	-7.76E-09	-6.63E-04	-7.33E-12	7.23E-09	5.90E-05	-1.68E-11	-2.87E-09	-1.31E-05	-3.39E-11	-5.93E-10	-8.69E-10


Δ Sismo_X	0.0127	0.0000	0.0000	0.0003	0.0242	0.0000	0.0006	0.0323	0.0000	0.0008	0.0263	0.0000	0.0007
	0.013				0.024			0.032			0.026		

0.42%

0.81%

1.08%

0.88%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.5	Cálculo de derivas - Desplazamientos en Y por modo (Sismo MCE)	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	U Sismo_Y
U1 194	-1.56E-06	-1.91E-07	-4.44E-06	2.62E-07	-1.04E-08	-7.43E-07	-1.58E-07	-1.50E-09	-6.82E-07	6.27E-08	8.75E-10	-3.64E-06	0.0000
U2 194	9.56E-02	-3.72E-13	-3.06E-09	-3.23E-03	-3.59E-14	-3.18E-09	5.43E-04	-4.72E-15	-1.29E-08	-6.14E-05	1.36E-14	-7.38E-08	0.0956
U3 194	-4.54E-07	-5.91E-14	-1.48E-06	8.38E-08	-4.75E-14	-2.48E-07	-5.24E-08	-8.61E-15	-2.27E-07	1.98E-08	3.38E-15	2.13E-10	0.0000
U1 193	-1.33E-06	-1.67E-07	-3.87E-06	-2.95E-09	-6.81E-10	-6.21E-08	1.96E-07	1.43E-09	6.43E-07	-1.25E-07	-1.53E-09	2.48E-06	0.0000
U2 193	8.23E-02	-3.39E-13	-2.55E-09	-1.28E-04	-4.03E-15	-3.71E-10	-5.33E-04	4.45E-15	1.07E-08	1.10E-04	-2.27E-14	3.76E-08	0.0823
U3 193	-3.90E-07	-2.19E-14	-1.29E-06	-1.06E-09	-6.44E-15	-2.06E-08	6.48E-08	7.60E-15	2.14E-07	-4.10E-08	-6.98E-15	-5.35E-10	0.0000
U1 192	-9.40E-07	-1.18E-07	-2.77E-06	-2.52E-07	8.89E-09	6.36E-07	4.97E-08	3.94E-10	2.15E-07	1.41E-07	1.82E-09	-1.43E-06	0.0000
U2 192	5.76E-02	-2.45E-13	-1.72E-09	2.79E-03	3.08E-14	2.53E-09	-1.21E-04	1.48E-15	3.03E-09	-1.34E-04	2.68E-14	-1.40E-07	0.0577
U3 192	-2.76E-07	1.30E-15	-9.22E-07	-8.09E-08	2.93E-14	2.12E-07	1.65E-08	3.14E-15	7.16E-08	4.68E-08	1.12E-14	2.62E-10	0.0000
U1 191	-4.45E-07	-5.29E-08	-1.29E-06	-2.17E-07	7.78E-09	5.84E-07	-2.17E-07	-1.69E-09	-7.78E-07	-9.93E-08	-1.40E-09	1.99E-06	0.0000
U2 191	2.51E-02	-1.10E-13	-7.20E-10	2.36E-03	2.77E-14	2.20E-09	6.24E-04	-5.37E-15	-1.26E-08	1.05E-04	-2.15E-14	1.34E-07	0.0253
U3 191	-1.33E-07	-1.57E-14	-4.29E-07	-6.97E-08	2.44E-14	1.95E-07	-7.15E-08	-8.52E-15	-2.60E-07	-3.30E-08	-9.32E-15	-4.44E-11	0.0000

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 1.5	Cálculo de derivas - Deriva en Y por modo (Sismo MCE)	2020	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U1 194	-2.25E-07	-2.49E-08	-5.70E-07	2.65E-07	-9.70E-09	-6.81E-07	-3.54E-07	-2.93E-09	-1.32E-06	1.88E-07	2.41E-09	-6.12E-06
U2 194	1.32E-02	-3.25E-14	-5.16E-10	-3.10E-03	-3.18E-14	-2.81E-09	1.08E-03	-9.17E-15	-2.35E-08	-1.71E-04	3.63E-14	-1.11E-07
U3 194	-6.37E-08	-3.72E-14	-1.90E-07	8.48E-08	-4.11E-14	-2.27E-07	-1.17E-07	-1.62E-14	-4.42E-07	6.08E-08	1.04E-14	7.48E-10
U1 193	-3.94E-07	-4.85E-08	-1.10E-06	2.49E-07	-9.57E-09	-6.98E-07	1.46E-07	1.03E-09	4.28E-07	-2.67E-07	-3.36E-09	3.91E-06
U2 193	2.47E-02	-9.41E-14	-8.29E-10	-2.92E-03	-3.49E-14	-2.90E-09	-4.12E-04	2.97E-15	7.64E-09	2.44E-04	-4.95E-14	1.77E-07
U3 193	-1.14E-07	-2.32E-14	-3.67E-07	7.98E-08	-3.57E-14	-2.33E-07	4.83E-08	4.46E-15	1.43E-07	-8.78E-08	-1.82E-14	-7.97E-10
U1 192	-4.95E-07	-6.51E-08	-1.48E-06	-3.49E-08	1.11E-09	5.14E-08	2.66E-07	2.09E-09	9.93E-07	2.40E-07	3.23E-09	-3.41E-06
U2 192	3.25E-02	-1.36E-13	-9.96E-10	4.32E-04	3.11E-15	3.29E-10	-7.45E-04	6.85E-15	1.57E-08	-2.39E-04	4.83E-14	-2.73E-07
U3 192	-1.44E-07	1.70E-14	-4.94E-07	-1.12E-08	4.90E-15	1.71E-08	8.80E-08	1.17E-14	3.31E-07	7.99E-08	2.05E-14	3.06E-10
U1 191	-4.45E-07	-5.29E-08	-1.29E-06	-2.17E-07	7.78E-09	5.84E-07	-2.17E-07	-1.69E-09	-7.78E-07	-9.93E-08	-1.40E-09	1.99E-06
U2 191	2.51E-02	-1.10E-13	-7.20E-10	2.36E-03	2.77E-14	2.20E-09	6.24E-04	-5.37E-15	-1.26E-08	1.05E-04	-2.15E-14	1.34E-07
U3 191	-1.33E-07	-1.57E-14	-4.29E-07	-6.97E-08	2.44E-14	1.95E-07	-7.15E-08	-8.52E-15	-2.60E-07	-3.30E-08	-9.32E-15	-4.44E-11


Δ Sismo_Y	
0.0000	0.014
0.0136	
0.0000	
0.0000	0.025
0.0249	
0.0000	
0.0000	0.032
0.0325	
0.0000	
0.0000	0.025
0.0253	
0.0000	

0.45%

0.83%

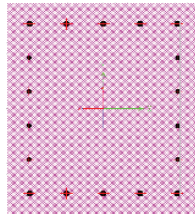
1.08%

0.84%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 1.5	Cálculo de derivas - Resultados de derivas (Sismo MCE)	2020

GDL	Δ Sismo_X		Deriva X
U1 194	0.01270908	0.01270908	0.42%
U2 194	2.7857E-06		
U3 194	0.00030259		
U1 193	0.0242015	0.0242015	0.81%
U2 193	3.8601E-06		
U3 193	0.00057253		
U1 192	0.03228266	0.03228266	1.08%
U2 192	5.6495E-06		
U3 192	0.00076357		
U1 191	0.02633331	0.02633331	0.88%
U2 191	3.0295E-06		
U3 191	0.00066557		

GDL	Δ Sismo_Y		Deriva Y
U1 194	6.34847E-06	0.0136221	0.45%
U2 194	0.013622096		
U3 194	5.57957E-07		
U1 193	4.18144E-06	0.02491467	0.83%
U2 193	0.024914671		
U3 193	4.8864E-07		
U1 192	3.90031E-06	0.03246487	1.08%
U2 192	0.03246487		
U3 192	6.23255E-07		
U1 191	2.61646E-06	0.02526249	0.84%
U2 191	0.025262485		
U3 191	5.63592E-07		



MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0.5	m
Altura	0.6	m
Recubrimiento	0.05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1.0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	5	un
Separación	100	mm

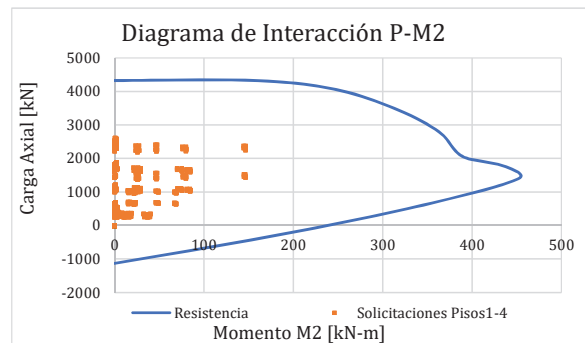
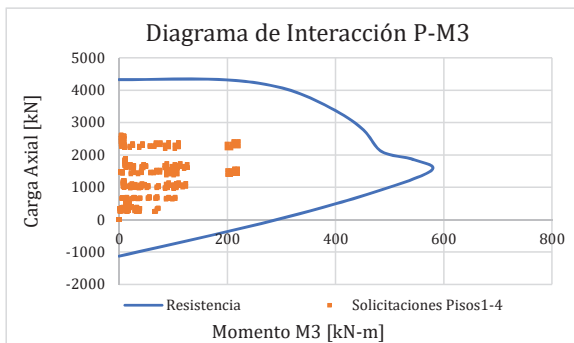
Dirección de la Altura

Barras N°	4	
Cantidad/Cara	4	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	75	mm
S Máx. Permitido	76.2	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0.75	-

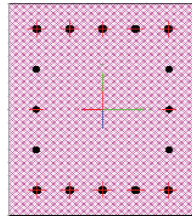
DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	200	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	258.7	mm ²
V_{c2}	247.4	KN
V_{s2}	1192.0	KN
ϕV_{n2}	1079.5	KN
V_{u2}	638.3	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	250	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	321.3	mm ²
V_{c3}	242.9	KN
V_{s3}	975.2	KN
ϕV_{n3}	913.6	KN
V_{u3}	506.7	KN
Revisión	✓	-

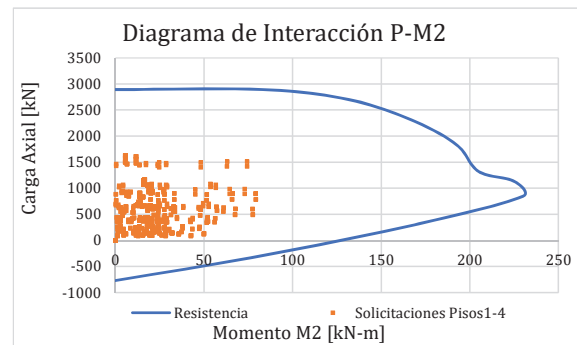
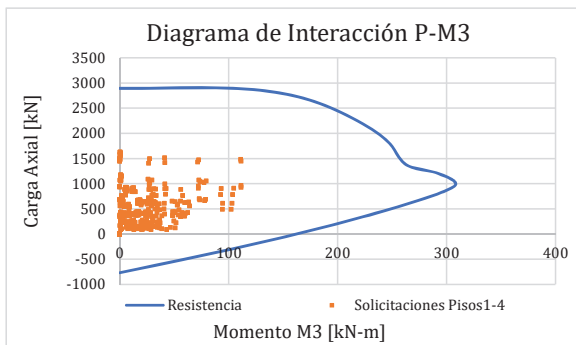


MATERIALES		
f_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0.4	m
Altura	0.5	m
Recubrimiento	0.05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1.0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	4	
Cantidad/Cara	5	un
Separación	75.0	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	4	
Cantidad/Cara	3	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	74.99	mm
S Máx. Permitido	76.2	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0.75	-

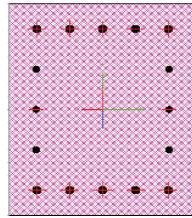
DISEÑO A FLEJO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	2	Ramas
Separación Ramas (hx)	300	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	258	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	257.8	mm ²
V_{c2}	161.9	KN
V_{s2}	650.2	KN
ϕV_{n2}	609.1	KN
V_{u2}	343.3333	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	200	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	340.3	mm ²
V_{c3}	157.4	KN
V_{s3}	758.6	KN
ϕV_{n3}	687.0	KN
V_{u3}	264.2	KN
Revisión	✓	-

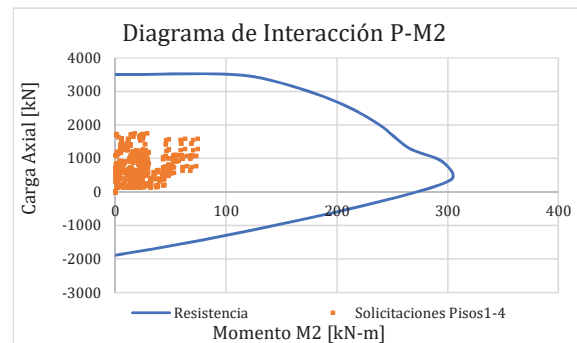
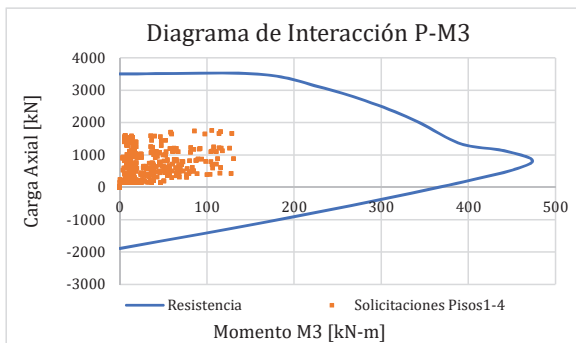


MATERIALES		
f_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0.4	m
Altura	0.5	m
Recubrimiento	0.05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	2.7	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	7	
Cantidad/Cara	5	un
Separación	75.0	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	7	
Cantidad/Cara	2	un
Separación	133.3333	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	74.99	mm
S Máx. Permitido	100.0	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0.75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	2	Ramas
Separación Ramas (h_x)	300	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	258	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	257.8	mm ²
V_{c2}	161.9	KN
V_{s2}	650.2	KN
ϕV_{n2}	609.1	KN
V_{u2}	343.3333	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	340.3	mm ²
V_{c3}	157.4	KN
V_{s3}	758.6	KN
ϕV_{n3}	687.0	KN
V_{u3}	264.2	KN
Revisión	✓	-


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de dispersión de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 1.7	Diseño de vigas - Edificio de 4 pisos	2020

f'c [MPa]	28
Fy [MPa]	420
B [m]	0.30
h [m]	0.60
d [m]	0.56

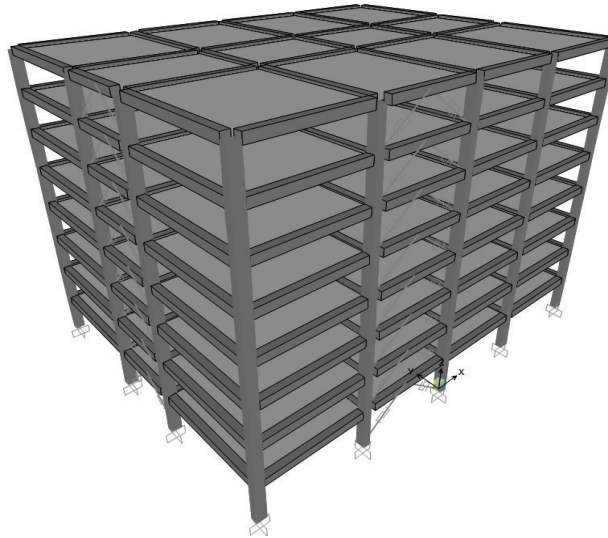
Nivel	Beam	Loc	V [kN]	Vp [kN]	No. Var	# de ramas	Av [cm ²]	s [m]	ΦVn [kN]	OK!!!
PA	VG-1	0.35	4.889	201.642952	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		7.65	37.876	210.932926	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		0.35	-23.662	210.932926	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
PA	VG-2	7.65	9.757	201.642952	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		0.35	5.463	194.392772	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		7.15	35.931	194.392772	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
PA	VG-3	0.35	-23.425	194.392772	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		7.15	7.399	194.392772	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		0.25	3.973	318.770043	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
PA	VG-4	7.7	37.888	309.667116	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		0.25	-22.673	309.667116	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		7.7	10.963	318.770043	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
PA	VG-5	0.3	7.142	303.584347	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		7.2	38.455	303.584347	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		0.3	-22.878	303.584347	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
PA	VG-6	7.2	8.371	303.584347	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		0.35	0.001725	197.733278	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		8.65	37.442	197.733278	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
PA	VG-7	0.35	-25.874	197.733278	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		8.65	11.717	197.733278	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		0.7	42.321	471.780464	4	2	2.58	0.12	490.38	OK!!!
PA	VG-8	5.65	26.773	471.780464	4	2	2.58	0.12	490.38	OK!!!
		0.7	-14.138	471.780464	4	2	2.58	0.12	490.38	OK!!!
		5.65	4.382	471.780464	4	2	2.58	0.12	490.38	OK!!!
PA	VG-9	0.25	1.068	354.728903	3	2	1.42	0.1	361.61	OK!!!
		8.6	39.118	346.60713	3	2	1.42	0.1	361.61	OK!!!
		0.25	-24.737	346.60713	3	2	1.42	0.1	361.61	OK!!!
PA	VG-10	8.6	12.835	354.728903	3	2	1.42	0.1	361.61	OK!!!
		0.4	30.862	204.516762	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		5.6	54.442	204.516762	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
PA	VG-11	0.4	-23.586	204.516762	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		5.6	-0.002163	204.516762	3	2	1.42	0.12	319.86	OK!!!
		0.7	22.699	360.09562	3	2	2.13	0.12	424.23	OK!!!
PA	VG-12	7.15	18.219	360.09562	3	2	2.13	0.12	424.23	OK!!!
		0.7	-12.103	360.09562	3	2	2.13	0.12	424.23	OK!!!
		7.15	6.118	360.09562	3	2	2.13	0.12	424.23	OK!!!

M [kN-m]	No. Var	cantidad	P	As [cm ²]	ΦMn [kN-m]	OK!!!
58.0678	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
56.0664	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
-98.0146	6	3	0.0051	8.520	172.26	OK!!!
-85.8978	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
50.0966	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
56.4402	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
-87.3317	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
-79.7948	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
52.876	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
48.646	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
-84.6618	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
-90.3024	6	3	0.0051	8.520	172.26	OK!!!
56.2687	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
56.105	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
-91.3123	6	3	0.0051	8.520	172.26	OK!!!
-90.5611	6	3	0.0051	8.520	172.26	OK!!!
51.1836	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
47.3401	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
-94.8763	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
-87.7204	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
81.9313	8	6	0.0182	30.600	543.33	OK!!!
86.6465	8	6	0.0182	30.600	543.33	OK!!!
-73.2192	8	6	0.0182	30.600	543.33	OK!!!
-75.2779	8	6	0.0182	30.600	543.33	OK!!!
52.4559	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
47.5679	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
-92.6098	5	3	0.0036	5.970	122.40	OK!!!
-99.285	6	3	0.0051	8.520	172.26	OK!!!
97.2972	6	3	0.0051	8.520	172.26	OK!!!
97.3367	6	3	0.0051	8.520	172.26	OK!!!
-118.8989	7	3	0.0069	11.610	230.73	OK!!!
-118.8394	7	3	0.0069	11.610	230.73	OK!!!
66.5764	8	6	0.0182	30.600	543.33	OK!!!
67.7976	8	6	0.0182	30.600	543.33	OK!!!
-54.9901	8	6	0.0182	30.600	543.33	OK!!!
-56.2115	8	6	0.0182	30.600	543.33	OK!!!

B. Anexo 2: Análisis y Diseño de la estructura de 8 pisos

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.1.1	Datos de análisis estructural Edificio 8 niveles	2020

MODELO ESTRUCTURAL



SECCIONES

SECCION	TIPO
V50X60	VIGAS

SECCION	TIPO
C70X50	COLUMNA CENTRALES
C80X60	COLUMNA LATERALES

MATERIALES

CONCRETO COLUMNAS		CONCRETO VIGAS		ACERO REFUERZO	
f'c [MPa]	28	f'c [MPa]	28	fy [MPa]	420
Ec [MPa]	24870	Ec [MPa]	24870	Es [MPa]	200000

AVALUO DE CARGAS


CARGA MUERTA

	[kN/m ²]	[kg/m]
Cielo Raso en PVC (e=15mm)	0,22	
Loseta Superior	1,2	
Viguetas	1,2	
Acabados y mortero de nivelación	1,1	
Muros interiores	2,5	
Sobreimpuesta	6,22	

Cielo Raso en PVC (e=15mm)	0,22	
Loseta Superior	1,20	
Viguetas	1,20	
Acabados y mortero de nivelación	1,10	
Impermeabilizante	0,10	
Sobreimpuesta cubierta	3,82	

CARGA VIVA

	[kN/m ²]	[kg/m]
Viva	2,0	
Viva cubierta (Terraza)	2,0	

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.1.2	Verificación carga vertical modelo	2020

PESO PROPIO

Vigas

Seccion	B [m]	H[m]	L[m]	F.M	W [kN]
V50X60	0,50	0,60	1952,00	1,00	14054,40
Σ					14054,40

Columnas

Seccion	B [m]	H[m]	L[m]	W [kN]
C70X50	0,7	0,5	336	2822,40
C80X60	0,8	0,6	144	1658,88
Σ				4481,28

	A Mano [kN]	ETABS [kN]	Error
Peso Propio Estructura [kN]	18535,7	18535,68	0,00%

CARGA MUERTA SOBRE IMPUESTA


Carga	w [kN/m ² - kN/m - kN]	A , L [m ² - m]	Manual [kN]	ETABS [kN]	Error
Sobreimpuesta	6,22	5208,00	32393,76	35235,63	0,00%
Sobreimpuesta cubierta	3,82	744,00	2842,08		
Σ			35235,84	35235,63	0,00%

CARGA VIVA

Carga	w [kN/m ² - kN/m - kN]	A , L [m ² - m]	Manual [kN]	ETABS [kN]	Error
Viva	2,00	5208,00	10416,00	10416,00	0,00%
Viva cubierta (Terraza)	2,00	744,00	1488,00	1488,00	0,00%
Σ			11904,00	11904,00	0,00%

Carga Vertical Total

	A Mano [kN]	SAP [kN]	Error
Carga Muerta [kN]	53772	53771	0,00%
Carga Viva [kN]	11904	11904	0,00%
Σ	65676	65675	0,00%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.1.3	Irregularidades	2020

Irregularidades en planta

Irregularidad Torsional:

SISMO X			
PUNTO	X [m]	Y [m]	Δ [m]
9	0,16721	0,01395	0,16779
72	0,16722	0,01395	0,16780
345	0,16721	0,01405	0,16780
408	0,16722	0,01405	0,16781

SISMO Y			
PUNTO	X [m]	Y [m]	Δ [m]
9	0,01482	0,18328	0,18387
72	0,01483	0,18328	0,18387
345	0,01482	0,18607	0,18666
408	0,01483	0,18607	0,18666

Irregularidad Torsional en Y						
PUNTOS	$\Delta 1$ [m]	$\Delta 2$ [m]	criterios		VERIFICACIÓN	
			C1 [m]	C2 [m]		
			1.2 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1.4 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1aP	1bP
9-72	0,16779	0,16780	0,20136	0,23492	Ok!!!	Ok!!!
72-345	0,16780	0,16780	0,20136	0,23492	Ok!!!	Ok!!!
345-408	0,16780	0,16781	0,20137	0,23493	Ok!!!	Ok!!!
408-9	0,16781	0,16780	0,20137	0,23493	Ok!!!	Ok!!!

Irregularidad Torsional en X						
PUNTOS	$\Delta 1$ [m]	$\Delta 2$ [m]	criterios		VERIFICACIÓN	
			C1 [m]	C2 [m]		
			1.2 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1.4 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1aP	1bP
9-72	0,18387	0,18387	0,22065	0,25742	Ok!!!	Ok!!!
72-345	0,18387	0,18666	0,22232	0,25937	Ok!!!	Ok!!!
345-408	0,18666	0,18666	0,22399	0,26133	Ok!!!	Ok!!!
408-9	0,18666	0,18387	0,22232	0,25937	Ok!!!	Ok!!!

Según lo anterior NO se presenta Irregularidad Torsional.

Torsión Accidental

δ_{max_x} [m]=	0,16781	δ_{max_y} [m]=	0,18666
1.2 δ_{prom} =	0,201	1.2 δ_{prom} =	0,224
Ay=	1,000	Ax=	1,000
Torsion y =	5,0%	Torsion x =	5,0%

Retrocesos en las esquinas

A [m]=	N/A	Ok!!!
B [m]=	N/A	
C [m]=	N/A	
D [m]=	N/A	


Según lo anterior NO se presenta irregularidad por retrocesos en las esquinas.

Irregularidades en el diafragma:

1) $C \times D > 0.5 A \times B$		
A [m] =	N/A	Ok!!!
B [m] =	N/A	
C [m] =	N/A	
D [m] =	N/A	

2) $(C \times D \times E) > 0.5 A \times B$		
A [m] =	N/A	Ok!!!
B [m] =	N/A	
C [m] =	N/A	
D [m] =	N/A	
E [m] =	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad en el diafragma.

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.1.3	Irregularidades	2020

Desplazamientos de los planos de acción:

Esta irregularidad NO APLICA para esta estructura ya que no existen discontinuidades en las trayectorias de las fuerzas inducidas por el sismo.

Desplazamientos de los planos de acción:

Sistemas no paralelos:

Esta irregularidad NO APLICA para esta estructura ya que no existen discontinuidades en los ejes paralelos del sistema estructural.

Irregularidades en Altura

Piso flexible:

Esta irregularidad "No Aplica para la edificación ya que todos los elementos verticales son continuos en toda la altura del edificio.

Distribución de masa:

Masa piso superior [kg-masa] =	N/A	Ok!!!
Masa piso inferior [kg-masa] =	N/A	
Masa piso analizado [kg-masa] =	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Irregularidad geométrica:

a [m] =	N/A	Ok!!!
b [m]=	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Desplazamientos dentro del plano de acción de la carga:

a [m]=	N/A	Ok!!!
b [m]=	N/A	


Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Piso débil:

		Piso débil	Piso débil extremo
Area de columnas piso analizado [m2]=	N/A	Ok!!!	Ok!!!
Area de columnas piso superior [m2]=	N/A		

Según lo anterior NO se presenta irregularidad por Piso Débil.

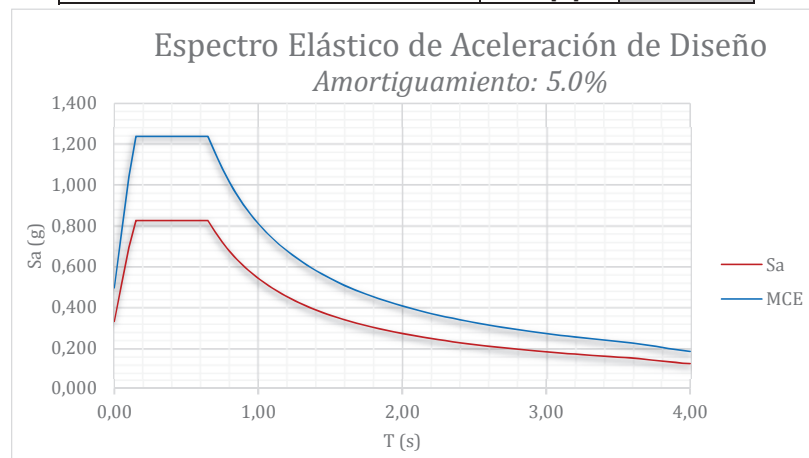
Regular

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.1.4	Calculo cargas de sismo	2020

PARAMETROS SISMICOS

NSR-10	
Aa	0,30
Av	0,30
I	1,00
Fa	1,10
Fv	1,50
T _C	0,65
T _L	3,60
Ro	7,00

Altura de La estructura	hn [m]	24,00
-------------------------	--------	-------



Según el análisis modal se tiene que:

T1 [seg]	0,90
----------	------

T2 [seg]	0,84
----------	------

Norma NSR - 10 ; Cap. A.4

Ct	0,047	s/n A.4.2-3
α	0,90	
Ta [seg]	0,82	
Cu	1,21	
Cu*Ta [seg]	0,99	

Periodos Definitivos en Cada Dirección


	T [seg]	Sa NSR-10	K	Vs
Y	0,90	0,60	1,20	34608,61
X	0,84	0,64	1,17	32370,81

Tx [seg]	0,90
T _{DEF} [seg]	0,90

Ty [seg]	0,84
T _{DEF} [seg]	0,84

Aceleración	
Sa NSR-10	0,602 g
K =	1,20

Aceleración	
Sa NSR-10	0,644 g
K =	1,17

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.1.4	Calculo cargas de sismo	2020

ANALISIS SISMICO NSR-10 (DIRECCIÓN X)

Nivel	W [kN]	h [m]	h acum. [m]	$W^* h_{acm}^K$	Cv	Fi [kN]
STORY8	5159,04	3,00	24,00	232676	0,191	6182,45
STORY7	6944,64	3,00	21,00	266888	0,219	7091,50
STORY6	6944,64	3,00	18,00	221868	0,182	5895,26
STORY5	6944,64	3,00	15,00	178318	0,146	4738,10
STORY4	6944,64	3,00	12,00	136474	0,112	3626,25
STORY3	6944,64	3,00	9,00	96674	0,079	2568,73
STORY2	6944,64	3,00	6,00	59465	0,049	1580,06
STORY1	6944,64	3,00	3,00	25911	0,021	688,48
$\Sigma =$	53772			1218274	1,000	32370,81

ANALISIS ESPECTRAL (DIRECCIÓN X)


	Sismo X			Verificación FHE		
	Vx Sx [kN]	VySx [kN]	V Sx [kN]	.8Vsx [kN]	Factor de mayoración	
Sismo	28278,861	0,461	28278,86	25896,652	1,00	

ANALISIS SISMICO NSR-10 (DIRECCIÓN Y)

Nivel	W [kN]	h [m]	h acum. [m]	$W^* h_{acm}^K$	Cv	Fi [kN]
STORY8	5159,04	3,00	24,00	232676	0,191	6609,85
STORY7	6944,64	3,00	21,00	266888	0,219	7581,74
STORY6	6944,64	3,00	18,00	221868	0,182	6302,79
STORY5	6944,64	3,00	15,00	178318	0,146	5065,64
STORY4	6944,64	3,00	12,00	136474	0,112	3876,93
STORY3	6944,64	3,00	9,00	96674	0,079	2746,30
STORY2	6944,64	3,00	6,00	59465	0,049	1689,29
STORY1	6944,64	3,00	3,00	25911	0,021	736,07
$\Sigma =$	53772			1218274	1,000	34608,61

ANALISIS ESPECTRAL (DIRECCIÓN Y)

	Sismo Y			Verificación FHE		
	Vx Sy [kN]	VySy [kN]	V Sy [kN]	.8Vsy [kN]	Factor de mayoración	
Sismo	0,461	28100,313	28100,31	27686,885	1,00	

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.1.4	Calculo cargas de sismo	

2020

PARTICIPACIÓN MODAL

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0,897	0,000	0,795	0,00	0,79
2	0,839	0,804	0,000	0,80	0,79
3	0,673	0,000	0,000	0,80	0,79
4	0,292	0,000	0,119	0,80	0,91
5	0,277	0,114	0,000	0,92	0,91
6	0,225	0,000	0,000	0,92	0,91
7	0,161	0,000	0,039	0,92	0,95
8	0,155	0,038	0,000	0,96	0,95
9	0,127	0,000	0,000	0,96	0,95
10	0,115	0,000	0,000	0,96	0,95
11	0,113	0,000	0,000	0,96	0,95
12	0,111	0,000	0,016	0,96	0,97

Ok!!!

INDICE DE ESTABILIDAD (DIRECCIÓN X)

	Pi [kN]	Vi [kN]	hi [m]	Δcm [m]	Qi	Verificación
STORY8	5903,04	6182,45	3,00	0,008	0,003	Ok
STORY7	13591,68	13273,96	3,00	0,013	0,004	Ok
STORY6	21280,32	19169,21	3,00	0,018	0,007	Ok
STORY5	28968,96	23907,31	3,00	0,022	0,009	Ok
STORY4	36657,60	27533,55	3,00	0,024	0,011	Ok
STORY3	44346,24	30102,28	3,00	0,025	0,012	Ok
STORY2	52034,88	31682,34	3,00	0,025	0,014	Ok
STORY1	59723,52	32370,81	3,00	0,017	0,010	Ok

INDICE DE ESTABILIDAD (DIRECCIÓN Y)


	Pi [kN]	Vi [kN]	hi [m]	Δcm [m]	Qi	Verificación
STORY8	5903,04	6609,85	3,00	0,010	0,003	Ok
STORY7	13591,68	14191,58	3,00	0,015	0,005	Ok
STORY6	21280,32	20494,38	3,00	0,019	0,007	Ok
STORY5	28968,96	25560,02	3,00	0,023	0,009	Ok
STORY4	36657,60	29436,95	3,00	0,025	0,010	Ok
STORY3	44346,24	32183,25	3,00	0,027	0,012	Ok
STORY2	52034,88	33872,54	3,00	0,026	0,013	Ok
STORY1	59723,52	34608,61	3,00	0,016	0,009	Ok

VERIFICACIÓN DE RESTRICCIÓN AL DESPLAZAMIENTO LATERAL (DIRECCIÓN X)

	Pu [kN]	Vu [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY8	7678,85	1001,58	3,00	0,001	0,003	arriostrado
STORY7	17500,42	2118,75	3,00	0,002	0,005	arriostrado
STORY6	27321,98	3029,37	3,00	0,002	0,007	arriostrado
STORY5	37143,55	3784,28	3,00	0,003	0,009	arriostrado
STORY4	46965,12	4406,18	3,00	0,003	0,011	arriostrado
STORY3	56786,69	4904,94	3,00	0,003	0,013	arriostrado
STORY2	66608,26	5266,87	3,00	0,003	0,014	arriostrado
STORY1	76429,82	5441,75	3,00	0,002	0,010	arriostrado

VERIFICACION DE RESTRICCIÓN AL DESPLAZAMIENTO LATERAL (DIRECCIÓN Y)

	Pu [kN]	Vu [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY8	7678,85	987,85	3,00	0,001	0,003	arriostrado
STORY7	17500,42	2051,29	3,00	0,002	0,005	arriostrado
STORY6	27321,98	2895,47	3,00	0,002	0,007	arriostrado
STORY5	37143,55	3581,46	3,00	0,003	0,009	arriostrado
STORY4	46965,12	4147,43	3,00	0,003	0,011	arriostrado
STORY3	56786,69	4610,78	3,00	0,003	0,013	arriostrado
STORY2	66608,26	4954,63	3,00	0,003	0,014	arriostrado
STORY1	76429,82	5122,66	3,00	0,002	0,010	arriostrado

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.1.4	Calculo cargas de sismo	2020

CALCULO DEL COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACION DE ENERGIA

- Capacidad de disipación de energía

Acorde con el sistema estructural y la zona de amenaza sísmica permitida se tiene:

DES Ro =	7,00
-----------------	-------------

- Cálculo de irregularidades

Acorde con la NSR-10 Tabla A.3-6 y A.3-7, las irregularidades que existe para la estructura son:

REDUNDANCIA	SI / NO
Ausencia de Redundancia	NO
$\Phi_r =$	1,00

IRREGULARIDADES EN PLANTA	SI / NO
Irregularidad Torsional	NO
Retrocesos en las Esquinas	NO
Irregularidad en Diafragma	NO
Desplazamiento en plano de acción	NO
Sistemas No Paralelos	NO
$\Phi_p =$	1,0

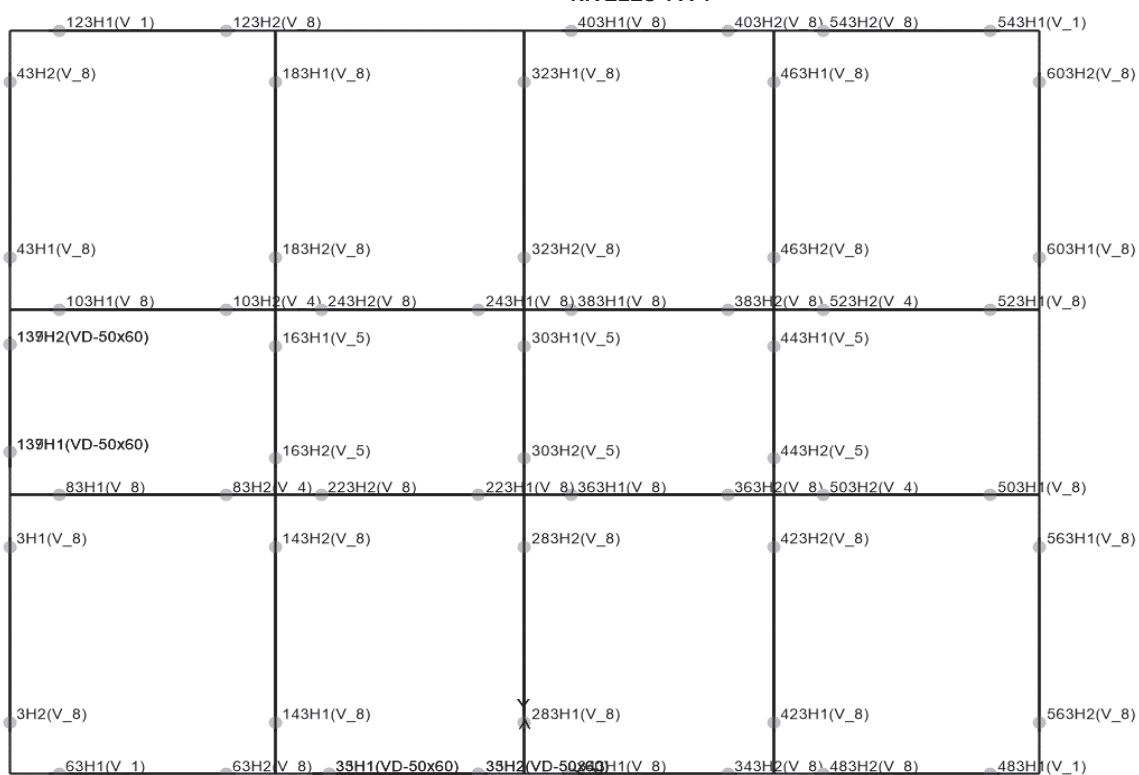
IRREGULARIDADES EN ALTURA	SI / NO
Piso Flexible	NO
Distribución de Masa	NO
Geométrica	NO
Desplazamiento en el Plano de Acción	NO
Piso Débil	NO
$\Phi_a =$	1,0

- Coeficiente de Disipación de Energía (R)

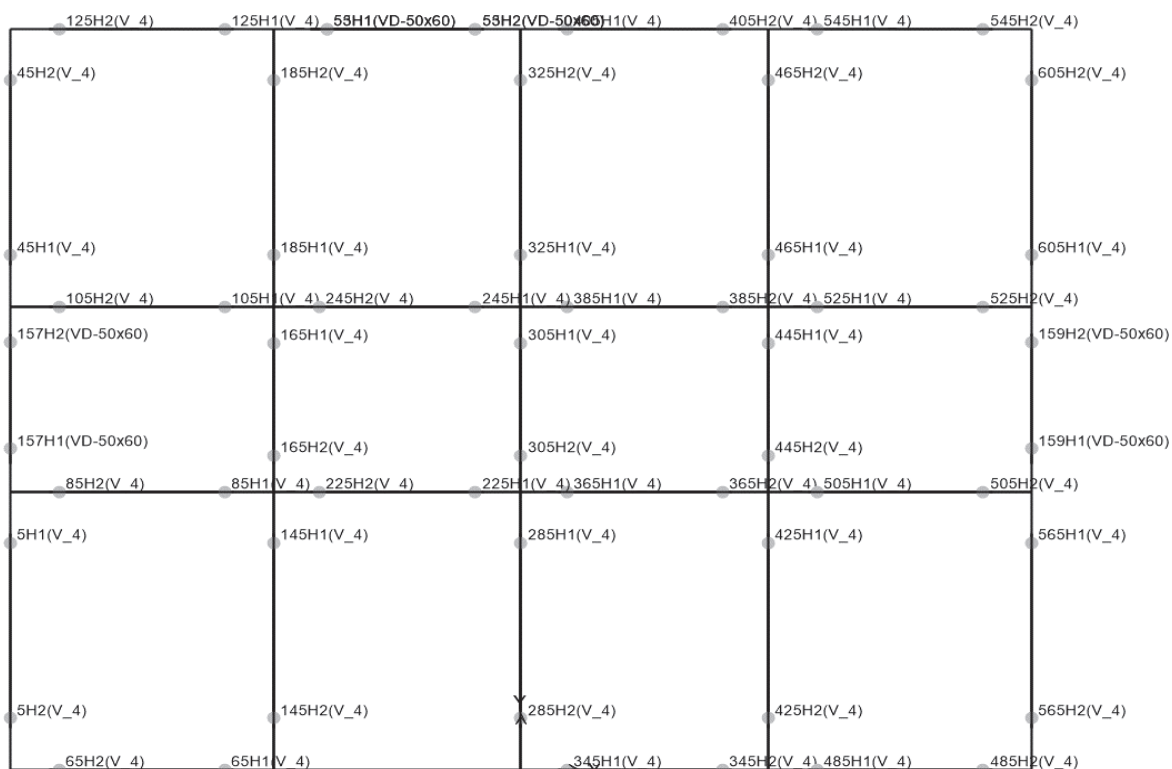
R = Ro Φ_r x Φ_a x Φ_p =	7,00
---	-------------

Se tiene en cuenta una Torsión accidental del 5% en X y del 5% en Y según A.3.6.7.1 de la NSR-10.

NIVELES 1 A 4



NIVELES 5 A 8



XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T1
Loading Name: Mx-
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019

Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: 4718E-17 m
Y Centroid: 4.889E-3 m
Section Area: 3000 m²

Loading Details:

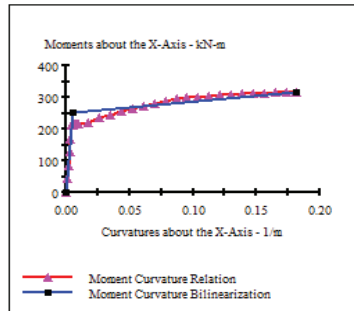
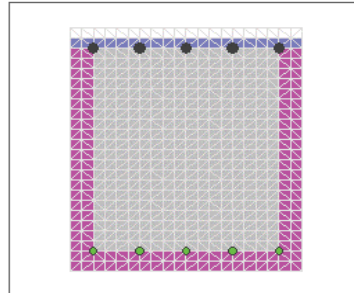
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

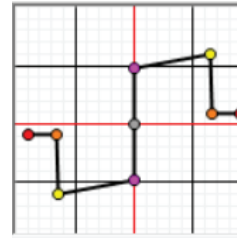
Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -4.669E-3 1/m
Ultimate Curvature: -1.819 1/m
Moment at First Yield: -212.2 kN-m
Ultimate Moment: -315.5 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8784E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 43.63E-3 Ten
N.A. at First Yield: -1.881 m
N.A. at Ultimate: -2.299 m
Energy per Length: 50.77 kN
Effective Yield Curvature: 5.553E-3 1/m
Effective Yield Moment: 252.4 kN-m
Over Strength Factor: -1.250
EI Effective: 4.54E+7 N-m²
Yield EI Effective: 357.9E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7876 %
Curvature Ductility: 32.76

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V_1
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		5#7
Refuerzo inferior		5#5



Momento de fluencia (+)	252,4 kN*m
Momento de fluencia (-)	461 kN*m

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0873
D-	-0,2	-0,0624
C-	-1,22	-0,0624
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,25	0,0546
D	0,2	0,0546
E	0,2	0,0764

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T1
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019

Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: 4718E-17 m
Y Centroid: 4.889E-3 m
Section Area: 3000 m²

Loading Details:

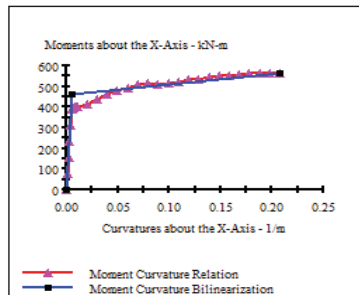
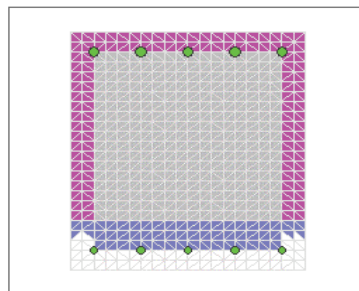
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 5.175E-3 1/m
Ultimate Curvature: .2079 1/m
Moment at First Yield: 392.3 kN-m
Ultimate Moment: 564.3 kN-m
Centroid Strain at Yield: .7999E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 39.03E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1546 m
N.A. at Ultimate: .1877 m
Energy per Length: 104.9 kN
Effective Yield Curvature: 6.082E-3 1/m
Effective Yield Moment: 461.0 kN-m
Over Strength Factor: 1.224
EI Effective: 7.58E+7 N-m²
Yield EI Effective: 511.6E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .6749 %
Curvature Ductility: 34.19

Comments:

User Comments



XTRACT Analysis Report

Section Name: V1
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
13/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

X Centroid: 4.785E-17 m
Y Centroid: -2.146E-17 m
Section Area: 3000 mm²

Loading Details:

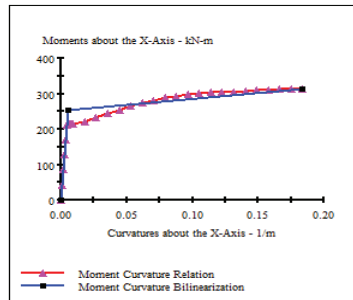
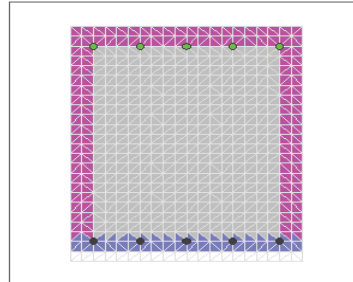
Incrementing Loads: Mx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

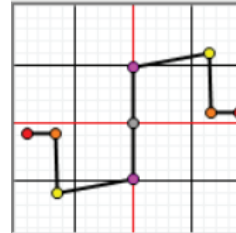
Failing Material: Fy420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 4.727E-3 1/m
Ultimate Curvature: 1.838 1/m
Moment at First Yield: 212.4 kN-m
Ultimate Moment: 313.8 kN-m
Centroid Strain at Yield: 8867E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 44.05E-3 Ten
N.A. at First Yield: 1.876 m
N.A. at Ultimate: 2.396 m
Energy per Length: 51.17 kN
Effective Yield Curvature: 5.618E-3 1/m
Effective Yield Moment: 252.5 kN-m
Over Strength Factor: 1.243
EI Effective: 4.49E+7 N-m²
Yield EI Effective: 344.1E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 7658 %
Curvature Ductility: 32.72

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V_4
B	0,5 m	
H	0,6 m	
Refuerzo superior		5#5
Refuerzo inferior		5#5



Momento de fluencia	252,4 kN*m
---------------------	------------

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0772
D-	-0,2	-0,0552
C-	-1,243	-0,0551
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,243	0,0551
D	0,2	0,0552
E	0,2	0,0772

XTRACT Analysis Report

Section Name: Viga T5
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
29/08/2019
Secciones
Page 1 of 1

Section Details:

X Centroid: 4.592E-17 m
Y Centroid: -1.192E-17 m
Section Area: 3000 mm²

Loading Details:

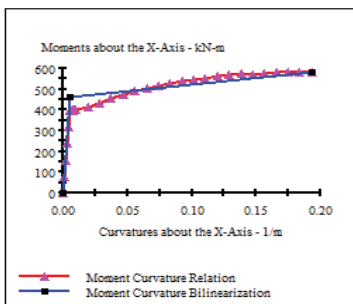
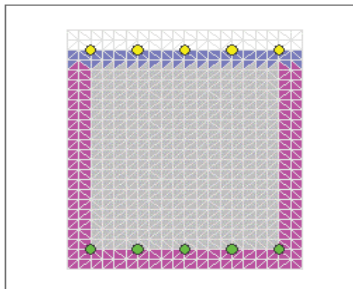
Incrementing Loads: Mx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

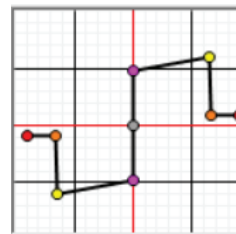
Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -5.090E-3 1/m
Ultimate Curvature: -1.933 1/m
Moment at First Yield: -593.6 kN-m
Ultimate Moment: -584.6 kN-m
Centroid Strain at Yield: 7959E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 41.67E-3 Ten
N.A. at First Yield: -1.164 m
N.A. at Ultimate: -2.156 m
Energy per Length: 99.63 kN
Effective Yield Curvature: 6.006E-3 1/m
Effective Yield Moment: 464.4 kN-m
Over Strength Factor: 1.259
EI Effective: 7.73E+7 N-m²
Yield EI Effective: 641.6E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 8298 %
Curvature Ductility: 32.19

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V_5
B	0,5 m	
H	0,6 m	
Refuerzo superior		5#7
Refuerzo inferior		5#7



Momento de fluencia	464,4 kN*m
---------------------	------------

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0812
D-	-0,2	-0,059
C-	-1,26	-0,058
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,26	0,058
D	0,2	0,059
E	0,2	0,0812

XTRACT Analysis Report

Section Name: V3
Loading Name: MxNeg
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
13/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4659E-17 m
Y Centroid: 1.116E-3 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

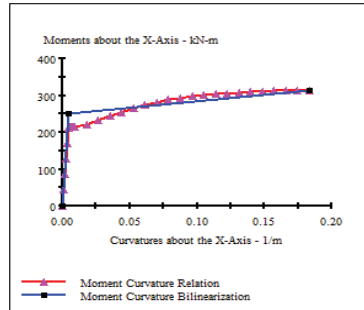
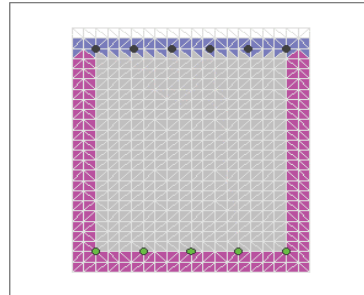
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

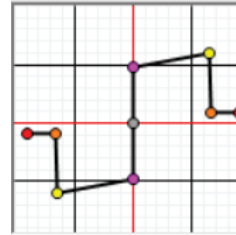
Failing Material: Fy420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -4.830E-3 1/m
Ultimate Curvature: -.1833 1/m
Moment at First Yield: -252.7 kN-m
Ultimate Moment: -313.8 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8663E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 43.97E-3 Ten
N.A. at First Yield: -.1794 m
N.A. at Ultimate: -.2399 m
Energy per Length: 51.06 kN
Effective Yield Curvature: 4.809E-3 1/m
Effective Yield Moment: 251.6 kN-m
Over Strength Factor: -1.247
Plastic Rotation Capacity: -56.43E-3 rad
EI Effective: 5.23E+7 N-m²
Yield EI Effective: 348.2E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .6657 %
Curvature Ductility: 38.11

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V_8
B	0,5 m	
H	0,6 m	
Refuerzo superior		6#5
Refuerzo inferior		5#5



Momento de fluencia (+)	251,6 kN*m
Momento de fluencia (-)	306,2 kN*m

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0795
D-	-0,2	-0,0569
C-	-1,207	-0,0568
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,247	0,055
D	0,2	0,056
E	0,2	0,077

XTRACT Analysis Report

Section Name: V3
Loading Name: MxPos
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
13/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4659E-17 m
Y Centroid: 1.116E-3 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

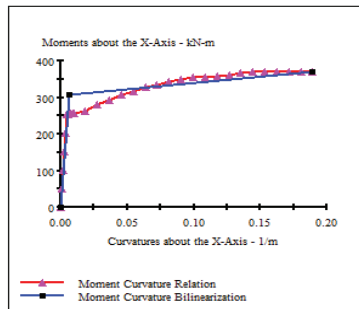
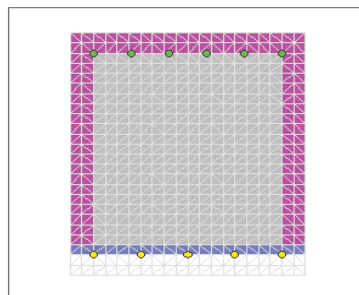
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Fy420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 4.712E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1894 1/m
Moment at First Yield: 212.1 kN-m
Ultimate Moment: 369.6 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8852E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 42.85E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1879 m
N.A. at Ultimate: .2262 m
Energy per Length: 62.76 kN
Effective Yield Curvature: 6.803E-3 1/m
Effective Yield Moment: 306.2 kN-m
Over Strength Factor: 1.207
Plastic Rotation Capacity: 54.79E-3 rad
EI Effective: 4.50E+7 N-m²
Yield EI Effective: 347.1E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7712 %
Curvature Ductility: 27.85

Comments:

User Comments



XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

15/10/2019

Section Name: VIGA50x60-2.8%

Loading Name: Mx

Analysis Type: Moment Curvature

Secciones

Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .3847E+17 m
Y Centroid: -.5278E+18 m
Section Area: .3000 m^2

Loading Details:

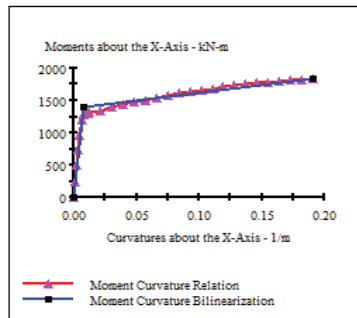
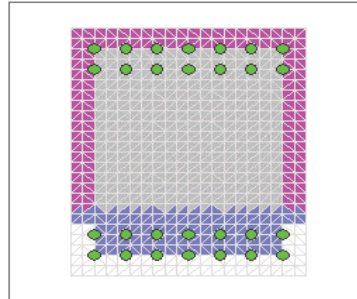
Incrementing Load: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

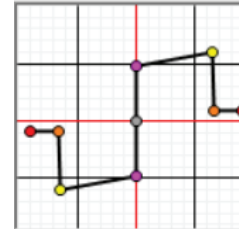
Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 6.206E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1910 1/m
Moment at First Yield: 1193 kN-m
Ultimate Moment: 1838 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5170E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 26.15E-3 Ten
N.A. at First Yield: 83.31E-3 m
N.A. at Ultimate: .1369 m
Energy per Length: 302.9 kN
Effective Yield Curvature: 7.306E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1405 kN-m
Over Strength Factor: 1.308
EI Effective: 1.92E+8 N-m^2
Yield EI Effective: 2.359E+6 N-m^2
Bilinear Hardening Slope: 1.227 %
Curvature Ductility: 26.14

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V50X60 2.6%
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		14#8
Refuerzo inferior		14#8



Momento de fluencia	1405 kN*m
---------------------	-----------

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0802
D-	-0,2	-0,0574
C-	-1,308	-0,0573
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,308	0,0573
D	0,2	0,0574
E	0,2	0,0802

Carga máxima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Col-med
Loading Name: P-max
Analysis Type: Moment Curvature

13/11/2019
Edificio
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -3566E-16 m
Y Centroid: -2817E-17 m
Section Area: 3500 m²

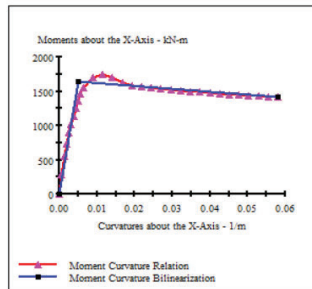
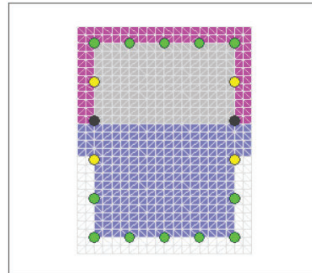
Loading Details:

Constant Load - P: 3920 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .5468E-19 1/m
Curvature at First Yield: 3.179E-3 1/m
Ultimate Curvature: 58.04E-3 1/m
Moment at First Yield: 1019 kN-m
Ultimate Moment: 1419 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3139E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 3.073E-3 Comp
N.A. at First Yield: -98.76E-3 m
N.A. at Ultimate: -52.95E-3 m
Energy per Length: 85.21 kN
Effective Yield Curvature: 5.125E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1643 kN-m
Over Strength Factor: .8635
EI Effective: 3.21E+8 N-m²
Yield EI Effective: -4.23E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.322 %
Curvature Ductility: 11.32

Comments:
User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C70X50	VIGA	CD-3.3%
B		0,7 m
H		0,5 m

Refuerzo longitudinal	6#9-5 #9
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	3920 kN

Carga máxima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Col-med
Loading Name: P-max 45
Analysis Type: Moment Curvature

13/11/2019
Edificio
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -3566E-16 m
Y Centroid: -2817E-17 m
Section Area: 3500 m²

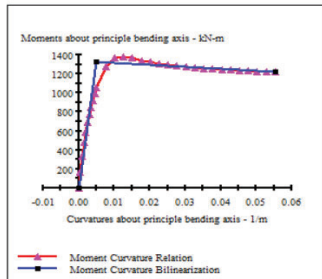
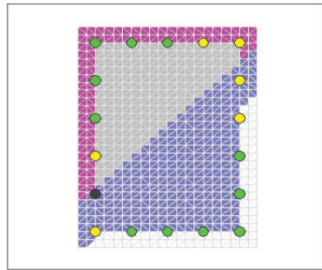
Loading Details:

Constant Load - P: 3920 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.5210E-18 1/m
Curvature at First Yield: 2.551E-3 1/m
Ultimate Curvature: 55.39E-3 1/m
Moment at First Yield: 686.1 kN-m
Ultimate Moment: 1218 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3627E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 1.395E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1422 m
N.A. at Ultimate: -25.18E-3 m
Energy per Length: 67.36 kN
Effective Yield Curvature: 4.917E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1322 kN-m
Over Strength Factor: .9209
EI Effective: 2.49E+8 N-m²
Yield EI Effective: -2.071E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -.7703 %
Curvature Ductility: 11.26

Comments:
User Comments



Carga máxima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Col-med
Loading Name: P-max 90
Analysis Type: Moment Curvature

13/11/2019
Edificio
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -3566E-16 m
Y Centroid: -2817E-17 m
Section Area: 3500 m²

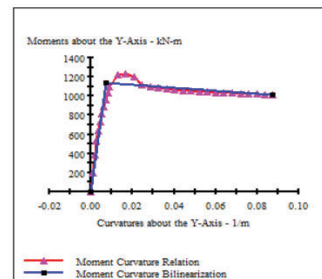
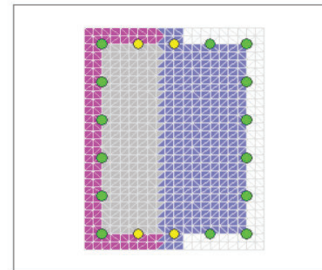
Loading Details:

Constant Load - P: 3920 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.7915E-18 1/m
Curvature at First Yield: 4.501E-3 1/m
Ultimate Curvature: 87.64E-3 1/m
Moment at First Yield: 727.0 kN-m
Ultimate Moment: 1012 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3122E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 3.201E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.6936E-3 m
N.A. at Ultimate: -36.53E-3 m
Energy per Length: 90.74 kN
Effective Yield Curvature: 7.062E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1141 kN-m
Over Strength Factor: .8869
EI Effective: 1.62E+8 N-m²
Yield EI Effective: -1.601E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -.9910 %
Curvature Ductility: 12.41

Comments:
User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Col-med
Loading Name: P-min
Analysis Type: Moment Curvature

13/11/2019

Edificio
Page 1 of 1

Section Details:

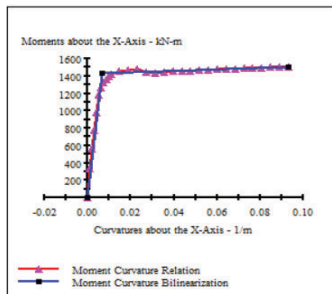
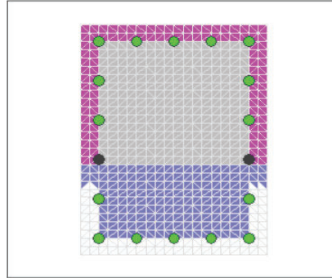
X Centroid: -3566E-16 m
Y Centroid: -2817E-17 m
Section Area: 3500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 980.0 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -7.298E-21 1/m
Curvature at First Yield: 5.367E-3 1/m
Ultimate Curvature: 93.07E-3 1/m
Moment at First Yield: 1182 kN-m
Ultimate Moment: 1509 kN-m
Centroid Strain at Yield: 4338E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 7.146E-3 Ten
N.A. at First Yield: 80.82E-3 m
N.A. at Ultimate: 76.78E-3 m
Energy per Length: 131.9 kN
Effective Yield Curvature: 6.492E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1430 kN-m
Over Strength Factor: 1.055
EI Effective: 2.20E+8 N-m²
Yield EI Effective: 911.6E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 4138 %
Curvature Ductility: 14.34



Comments:

User Comments

SECCION	TIPO	RÓTULA
C70X50	VIGA	CD-3.3%
B	0,7 m	
H	0,5 m	

Refuerzo longitudinal	6#9-5 #9
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	980 kN

Carga mínima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Col-med
Loading Name: P-min 45
Analysis Type: Moment Curvature

13/11/2019

Edificio
Page 1 of 1

Section Details:

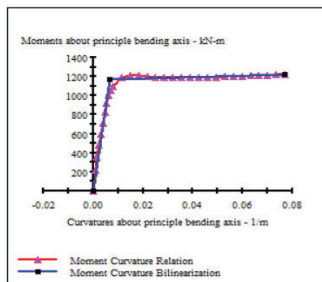
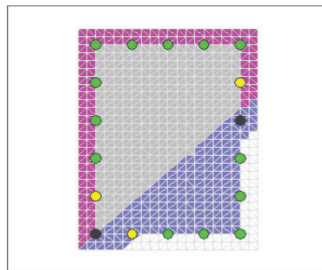
X Centroid: -3566E-16 m
Y Centroid: -2817E-17 m
Section Area: 3500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 980.0 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -9.797E-19 1/m
Curvature at First Yield: 3.953E-3 1/m
Ultimate Curvature: 77.03E-3 1/m
Moment at First Yield: 714.9 kN-m
Ultimate Moment: 1224 kN-m
Centroid Strain at Yield: 2072E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 5.873E-3 Ten
N.A. at First Yield: 52.43E-3 m
N.A. at Ultimate: 76.25E-3 m
Energy per Length: 88.20 kN
Effective Yield Curvature: 6.464E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1169 kN-m
Over Strength Factor: 1.047
EI Effective: 1.81E+8 N-m²
Yield EI Effective: 776.4E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 4293 %
Curvature Ductility: 11.92



Comments:

User Comments

Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Col-med
Loading Name: P-min 90
Analysis Type: Moment Curvature

13/11/2019

Edificio
Page 1 of 1

Section Details:

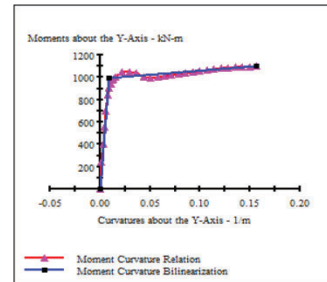
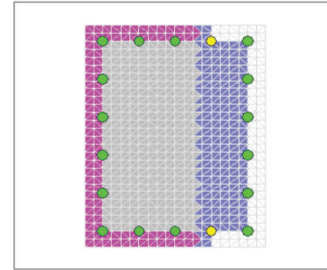
X Centroid: -3566E-16 m
Y Centroid: -2817E-17 m
Section Area: 3500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 980.0 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -1.378E-18 1/m
Curvature at First Yield: 7.620E-3 1/m
Ultimate Curvature: 1564 1/m
Moment at First Yield: 843.7 kN-m
Ultimate Moment: 1101 kN-m
Centroid Strain at Yield: 4416E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 9.972E-3 Ten
N.A. at First Yield: 57.95E-3 m
N.A. at Ultimate: 63.77E-3 m
Energy per Length: 158.8 kN
Effective Yield Curvature: 8.966E-3 1/m
Effective Yield Moment: 992.7 kN-m
Over Strength Factor: 1.109
EI Effective: 1.11E+8 N-m²
Yield EI Effective: 733.0E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 6629 %
Curvature Ductility: 17.44



Comments:

User Comments

Carga máxima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: CMediana
Loading Name: P-Max
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE UNAL
14/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

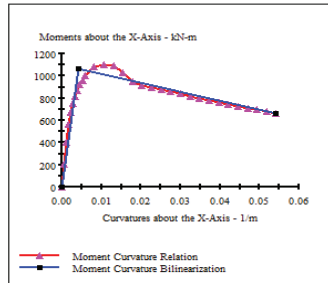
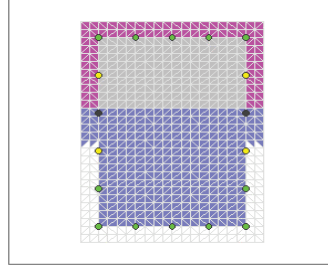
X Centroid: -4453E-16 m
Y Centroid: -3440E-17 m
Section Area: .3500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 3920 kN
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .2781E-19 1/m
Curvature at First Yield: 2.880E-3 1/m
Ultimate Curvature: 54.23E-3 1/m
Moment at First Yield: 754.8 kN-m
Ultimate Moment: 663.9 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4129E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 4.182E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1429 m
N.A. at Ultimate: -.77.11E-3 m
Energy per Length: 45.54 kN
Effective Yield Curvature: 4.077E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1065 kN-m
Over Strength Factor: .6332
EI Effective: 2.61E+8 N-m²
Yield EI Effective: -8.00E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -3.063 %
Curvature Ductility: 13.30



Comments:
User Comments

SECCION	TIPO	RÓTULA
C70X50	VIGA	CL-1.0%
B	0.7 m	
H	0.5 m	

Refuerzo longitudinal	5#5-4#5
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	3920 kN

Carga máxima y momento a 45°

Carga máxima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: CMediana
Loading Name: P-Max-45
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE UNAL
14/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

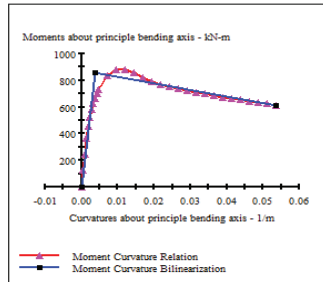
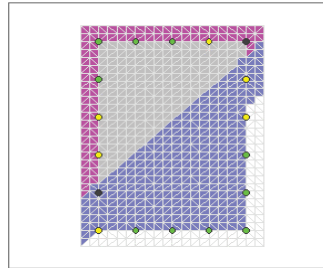
X Centroid: -4453E-16 m
Y Centroid: -3440E-17 m
Section Area: .3500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 3920 kN
Incrementing Loads: Max and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.3228E-18 1/m
Curvature at First Yield: 2.356E-3 1/m
Ultimate Curvature: 53.56E-3 1/m
Moment at First Yield: 523.7 kN-m
Ultimate Moment: 614.1 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4422E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 2.011E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1877 m
N.A. at Ultimate: -.37.55E-3 m
Energy per Length: 38.15 kN
Effective Yield Curvature: 3.845E-3 1/m
Effective Yield Moment: 854.7 kN-m
Over Strength Factor: .7185
EI Effective: 2.22E+8 N-m²
Yield EI Effective: -4.840E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -2.177 %
Curvature Ductility: 13.93



Comments:
User Comments

XTRACT Analysis Report

Section Name: CMediana
Loading Name: P-Max-90
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE UNAL
14/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

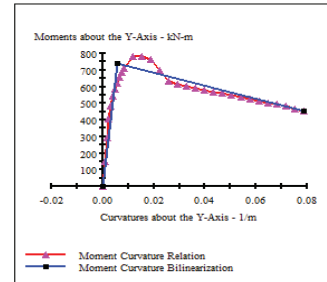
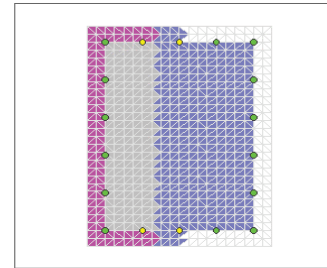
X Centroid: -4453E-16 m
Y Centroid: -3440E-17 m
Section Area: .3500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 3920 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.4844E-18 1/m
Curvature at First Yield: 4.093E-3 1/m
Ultimate Curvature: 78.64E-3 1/m
Moment at First Yield: 540.7 kN-m
Ultimate Moment: 454.4 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4109E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 4.927E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1004 m
N.A. at Ultimate: -.62.64E-3 m
Energy per Length: 45.60 kN
Effective Yield Curvature: 5.582E-3 1/m
Effective Yield Moment: 737.4 kN-m
Over Strength Factor: .6162
EI Effective: 1.32E+8 N-m²
Yield EI Effective: -3.873E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -2.932 %
Curvature Ductility: 14.09



Comments:
User Comments

Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: CMedianera
Loading Name: P-Min
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
14/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

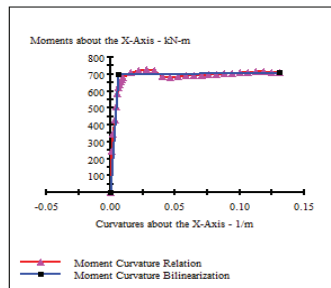
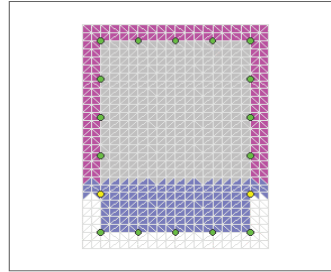
X Centroid: -4453E-16 m
Y Centroid: -3440E-17 m
Section Area: 3500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 980.0 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -6689E-20 1/m
Curvature at First Yield: 4.907E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1306 1/m
Moment at First Yield: 587.3 kN-m
Ultimate Moment: 710.2 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5964E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 18.08E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1215 m
N.A. at Ultimate: .1385 m
Energy per Length: 89.96 kN
Effective Yield Curvature: 5.847E-3 1/m
Effective Yield Moment: 699.8 kN-m
Over Strength Factor: 1.015
EI Effective: 1.20E+8 N-m²
Yield EI Effective: 83.23E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 69.54E-3 %
Curvature Ductility: 22.33



Comments:
User Comments

SECCION	TIPO	RÓTULA
C70X50	VIGA	CL-1.0%
B	0,7 m	
H	0,5 m	

Refuerzo longitudinal	5#5-4#5
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	980 kN

Carga mínima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: CMedianera
Loading Name: P-Min-45
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
14/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

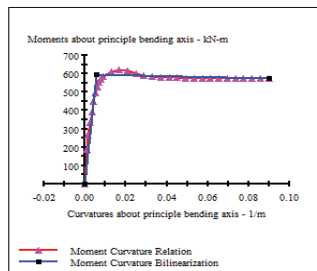
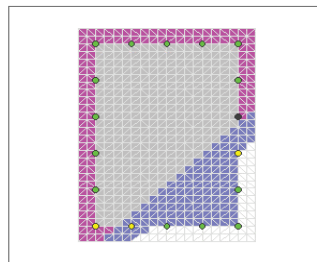
X Centroid: -4453E-16 m
Y Centroid: -3440E-17 m
Section Area: 3500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 980.0 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -1554E-19 1/m
Curvature at First Yield: 4.350E-3 1/m
Ultimate Curvature: 89.91E-3 1/m
Moment at First Yield: 446.8 kN-m
Ultimate Moment: 574.2 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3686E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 10.20E-3 Ten
N.A. at First Yield: 84.74E-3 m
N.A. at Ultimate: .1134 m
Energy per Length: 51.00 kN
Effective Yield Curvature: 5.817E-3 1/m
Effective Yield Moment: 597.5 kN-m
Over Strength Factor: .9610
EI Effective: 1.03E+8 N-m²
Yield EI Effective: -277.2E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -.2699 %
Curvature Ductility: 15.46



Comments:
User Comments

Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: CMedianera
Loading Name: P-Min-90
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
14/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

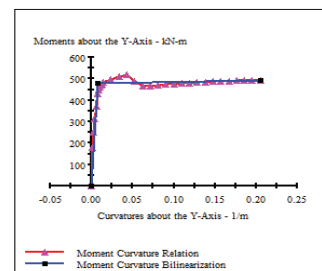
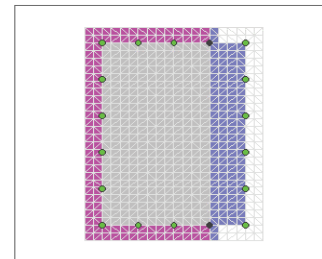
X Centroid: -4453E-16 m
Y Centroid: -3440E-17 m
Section Area: 3500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 980.0 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.1528E-19 1/m
Curvature at First Yield: 7.173E-3 1/m
Ultimate Curvature: .2057 1/m
Moment at First Yield: 428.9 kN-m
Ultimate Moment: 493.7 kN-m
Centroid Strain at Yield: .6339E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 19.42E-3 Ten
N.A. at First Yield: 88.37E-3 m
N.A. at Ultimate: 94.43E-3 m
Energy per Length: 98.25 kN
Effective Yield Curvature: 8.042E-3 1/m
Effective Yield Moment: 480.9 kN-m
Over Strength Factor: 1.027
EI Effective: 5.98E+7 N-m²
Yield EI Effective: 64.96E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .1086 %
Curvature Ductility: 25.58



Comments:
User Comments

Carga máxima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: C-Central
Loading Name: P-Max
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
13/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

X Centroid: -1.248E-17 m
Y Centroid: -1.613E-9 m
Section Area: 4800 m²

Loading Details:

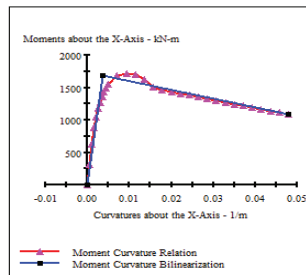
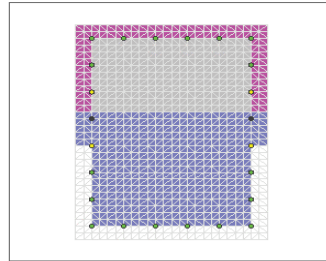
Constant Load - P: 5376 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -6.584E-10 1/m
Curvature at First Yield: 2.508E-3 1/m
Ultimate Curvature: 47.86E-3 1/m
Moment at First Yield: 1174 kN-m
Ultimate Moment: 1092 kN-m
Centroid Strain at Yield: 4175E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 3.649E-3 Comp
N.A. at First Yield: -1.664 m
N.A. at Ultimate: -76.24E-3 m
Energy per Length: 64.35 kN
Effective Yield Curvature: 3.589E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1679 kN-m
Over Strength Factor: 6504
EI Effective: 4.68E+8 N-m²
Yield EI Effective: -13.26E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -2.835 %
Curvature Ductility: 13.33

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C80X60	VIGA	CC-1.0%
B		0,8 m
H		0,6 m

Refuerzo longitudinal	6#5-6#5
Ref Cort. V2	5 Ramas #4
Ref Cort. V3	6 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	7036 kN

Carga máxima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: C-Central
Loading Name: P-Max-45
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
13/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

X Centroid: -1.248E-17 m
Y Centroid: -1.613E-9 m
Section Area: 4800 m²

Loading Details:

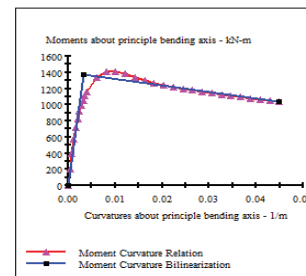
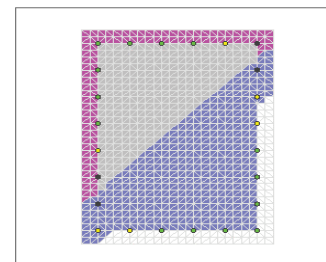
Constant Load - P: 5376 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -2.894E-6 1/m
Curvature at First Yield: 2.001E-3 1/m
Ultimate Curvature: 44.94E-3 1/m
Moment at First Yield: 826.9 kN-m
Ultimate Moment: 1035 kN-m
Centroid Strain at Yield: 4440E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 1.465E-3 Comp
N.A. at First Yield: -1.223 m
N.A. at Ultimate: -32.61E-3 m
Energy per Length: 52.44 kN
Effective Yield Curvature: 3.330E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1376 kN-m
Over Strength Factor: 7.518
EI Effective: 4.13E+8 N-m²
Yield EI Effective: -8.207E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.986 %
Curvature Ductility: 13.49

Comments:

User Comments



Carga máxima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: C-Central
Loading Name: P-Max-90
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
13/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

X Centroid: -1.248E-17 m
Y Centroid: -1.613E-9 m
Section Area: 4800 m²

Loading Details:

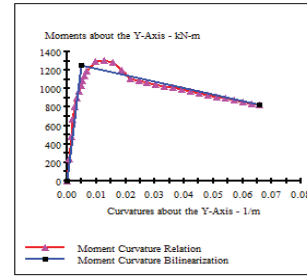
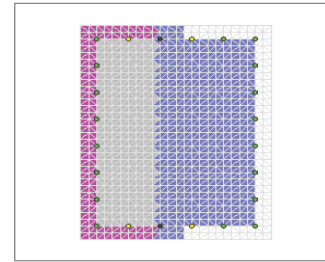
Constant Load - P: 5376 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 4.096E-6 1/m
Curvature at First Yield: 3.377E-3 1/m
Ultimate Curvature: 65.97E-3 1/m
Moment at First Yield: 893.9 kN-m
Ultimate Moment: 820.6 kN-m
Centroid Strain at Yield: 4151E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 4.058E-3 Comp
N.A. at First Yield: -1.1229 m
N.A. at Ultimate: -61.51E-3 m
Energy per Length: 66.54 kN
Effective Yield Curvature: 4.743E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1256 kN-m
Over Strength Factor: 6536
EI Effective: 2.65E+8 N-m²
Yield EI Effective: -7.104E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -2.683 %
Curvature Ductility: 13.91

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: C-Central
Loading Name: P-Min
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
13/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

X Centroid: -1248E-17 m
Y Centroid: -1.613E-9 m
Section Area: 4800 m²

Loading Details:

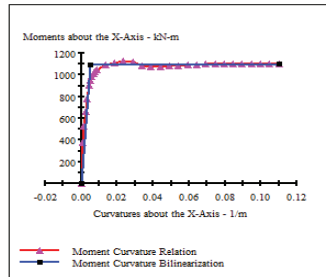
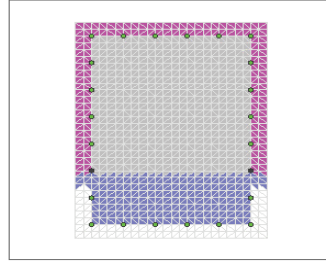
Constant Load - P: 1344 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -2.258E-11 1/m
Curvature at First Yield: 4.233E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1100 1/m
Moment at First Yield: 900.9 kN-m
Ultimate Moment: 1103 kN-m
Centroid Strain at Yield: .586E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 17.58E-3 Ten
N.A. at First Yield: 1386 m
N.A. at Ultimate: 1599 m
Energy per Length: 117.9 kN
Effective Yield Curvature: 5.132E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1092 kN-m
Over Strength Factor: 1.010
EI Effective: 2.13E+8 N-m²
Yield EI Effective: 103.9E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 48.84E-3 %
Curvature Ductility: 21.43

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C80X60	VIGA	CC-1.0%
B		0,8 m
H		0,6 m

Refuerzo longitudinal	6#5-6#5
Ref Cort. V2	5 Ramas #4
Ref Cort. V3	6 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	1764 kN

Carga mínima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: C-Central
Loading Name: P-Min-45
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
13/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

X Centroid: -1248E-17 m
Y Centroid: -1.613E-9 m
Section Area: 4800 m²

Loading Details:

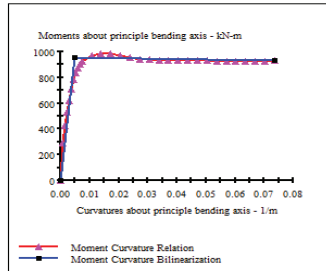
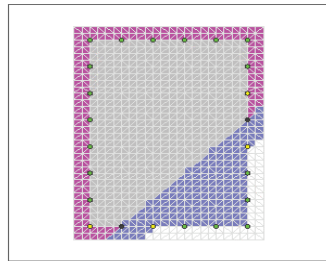
Constant Load - P: 1344 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 9.584E-9 1/m
Curvature at First Yield: 3.689E-3 1/m
Ultimate Curvature: 73.55E-3 1/m
Moment at First Yield: 706.2 kN-m
Ultimate Moment: 939.2 kN-m
Centroid Strain at Yield: .360E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 10.34E-3 Ten
N.A. at First Yield: 97.75E-3 m
N.A. at Ultimate: 1406 m
Energy per Length: 67.05 kN
Effective Yield Curvature: 4.998E-3 1/m
Effective Yield Moment: 957.0 kN-m
Over Strength Factor: .9710
EI Effective: 1.91E+8 N-m²
Yield EI Effective: 404.2E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .2111 %
Curvature Ductility: 14.72

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: C-Central
Loading Name: P-Min-90
Analysis Type: Moment Curvature

FENERBAHCE
UNAL
13/07/2019
Edificio 8 Pisos
Page 1 of 1

Section Details:

X Centroid: -1248E-17 m
Y Centroid: -1.613E-9 m
Section Area: 4800 m²

Loading Details:

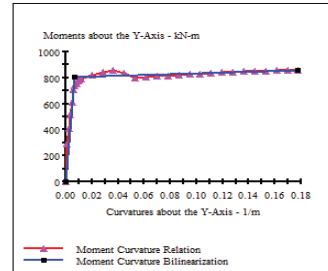
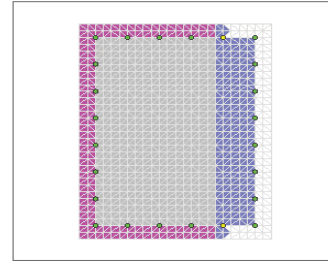
Constant Load - P: 1344 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control


Analysis Results:

Failing Material: C28-Col
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 13.56E-9 1/m
Curvature at First Yield: 5.820E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1776 1/m
Moment at First Yield: 707.2 kN-m
Ultimate Moment: 858.9 kN-m
Centroid Strain at Yield: .6134E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 22.93E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1054 m
N.A. at Ultimate: .1291 m
Energy per Length: 145.3 kN
Effective Yield Curvature: 6.663E-3 1/m
Effective Yield Moment: 809.6 kN-m
Over Strength Factor: 1.061
EI Effective: 1.22E+8 N-m²
Yield EI Effective: 288.1E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .2371 %
Curvature Ductility: 26.66

Comments:

User Comments



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
h _i (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
l	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _{a(T=1)}	0,568
S _{DS} = 2.5AaFaI	0,825
T _s (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1,24

ANÁLISIS MODAL

MODO	2	5	7	10
T (s)	1,120	0,358	0,200	0,132

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
8	24	5159
7	21	6945
6	18	6945
5	15	6945
4	12	6945
3	9	6945
2	6	6945
1	3	6945
0	0	0

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
8	1,00	1,00	1,00	1,00
7	0,96	0,68	0,21	-0,36
6	0,89	0,16	-0,65	-0,94
5	0,78	-0,39	-0,89	0,00
4	0,63	-0,81	-0,33	0,95
3	0,47	-0,94	0,54	0,40
2	0,28	-0,74	0,93	-0,79
1	0,11	-0,32	0,53	-0,79
0	0,000	0,00	0,000	0,000

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	43486,1	5063,7	2296,7	1081,4
Γ	1,291	-0,453	0,306	-0,196
%Part. Masa	0,809	0,094	0,043	0,020

DUCTILIDAD EFECTIVA

	Φ ₁	Φ _m
H _{máx.}	2,33	2,33
H _D	1,7	1,0
H _{MCE}	2,3	1,0
	✓	✓

PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{ID} (s)	1,44
T _{IMCE} (s)	1,71

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE


18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i , shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.

β _i	3%
----------------	----

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q _H	0,50
----------------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
β _{H,D}	12%	0%	0%	0%
β _{H,MCE}	17%	0%	0%	0%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

MODO	AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				COMBINACIÓN
	1	2	3	4	
β_D	15%	3%	3%	3%	0,16
β_{MCE}	20%	3%	3%	3%	0,21
β_E	3%	3%	3%	3%	0,06
β_{V+1}	3%	3%	3%	3%	0,06

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0

MODO	1	2	3	4	COMBINACIÓN
B_D	1,4	0,9	0,9	0,9	1,38
B_{MCE}	1,5	0,9	0,9	0,9	1,53
B_E	0,9	0,9	0,9	0,9	1,05
B_{V+1}	0,9	0,9	0,9	0,9	1,05


CORTANTE BASAL

CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	53772
C_s	0,118
$C_{s\text{ máx.}}$	0,073
$C_{s\text{ mín1.}}$	0,036
$C_{s\text{ mín2.}}$	0,041
C_s	0,073
V_s (kN)	3899

CORTANTE MÍN.	
B_{V+1}	0,9
$V_{\min1} = V/B_{V+1}$	4332,18
$V_{\min2} = 0.75V$	2924,22
$V_{\min} = \max(V_{\min1}, V_{\min2})$ (kN)	4332,18

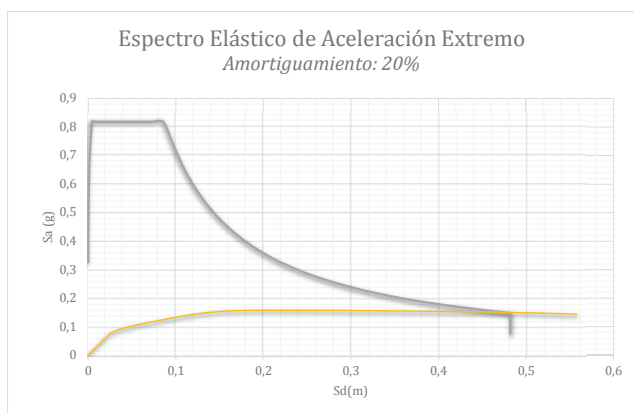
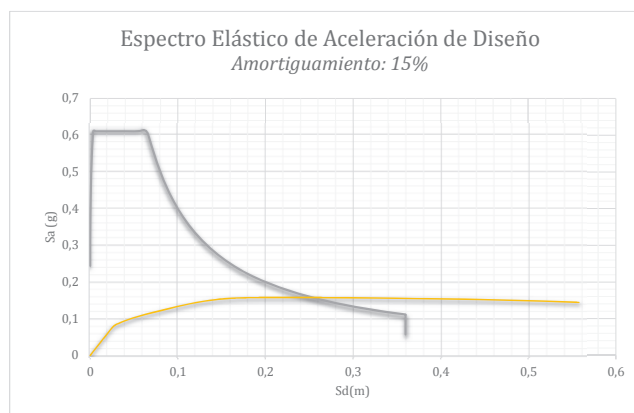
MODO	1	2	3	4
C_s	0,10	0,31	0,31	0,31
V (kN)	4241	1547	702	330


CORTANTE BASAL	
V (kN)	4580,88

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020

Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

	D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0	0,0000	0,0	0,0000	0,000
1	0,0277	2828,1	0,0215	0,065
2	0,0365	3583,9	0,0283	0,082
3	0,0611	4391,6	0,0473	0,101
4	0,0869	4966,1	0,0673	0,114
5	0,1171	5572,6	0,0907	0,128
6	0,1421	6039,3	0,1100	0,139
7	0,1667	6406,0	0,1291	0,147
8	0,1913	6667,9	0,1482	0,153
9	0,2137	6796,9	0,1655	0,156
10	0,2163	6806,1	0,1675	0,157
11	0,2272	6832,0	0,1760	0,157
12	0,2354	6845,0	0,1823	0,157
13	0,2531	6858,4	0,1961	0,158
14	0,2583	6860,9	0,2001	0,158
15	0,2619	6862,0	0,2029	0,158
16	0,2666	6862,3	0,2065	0,158
17	0,2727	6863,4	0,2112	0,158
18	0,2796	6864,1	0,2166	0,158
19	0,2873	6863,7	0,2226	0,158
20	0,2916	6864,9	0,2259	0,158
21	0,3007	6863,3	0,2329	0,158
22	0,3058	6863,8	0,2369	0,158
23	0,3081	6864,6	0,2387	0,158
24	0,3211	6862,1	0,2488	0,158
25	0,3279	6861,8	0,2540	0,158
26	0,3506	6851,4	0,2716	0,158
27	0,3506	6851,4	0,2716	0,158
28	0,3524	6851,1	0,2730	0,158
29	0,3866	6828,7	0,2994	0,157
30	0,3941	6823,2	0,3053	0,157
31	0,3985	6821,5	0,3087	0,157
32	0,4412	6779,4	0,3418	0,156
33	0,4683	6751,4	0,3628	0,155
34	0,5045	6712,4	0,3908	0,154
35	0,5359	6673,7	0,4152	0,153
36	0,5653	6636,6	0,4380	0,153
37	0,5924	6599,3	0,4589	0,152
38	0,6039	6576,3	0,4678	0,151
39	0,6039	6576,4	0,4678	0,151
40	0,6434	6494,1	0,4984	0,149
41	0,6724	6418,1	0,5209	0,148
42	0,7082	6313,4	0,5486	0,145
43	0,7199	6280,6	0,5577	0,144
44	0,7200	6280,6	0,5578	0,144



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
hi (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
I	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _{a(T=1)}	0,568
S _{DS} = 2.5AaFal	0,825
Ts (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1,24

ANÁLISIS MODAL

	2	5	8	13
MODO	1	2	3	4
T (s)	0,839	0,277	0,156	0,108

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
8	24	5159
7	21	6945
6	18	6945
5	15	6945
4	12	6945
3	9	6945
2	6	6945
1	3	6945
0	0	0

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
8	1,00	1,00	1,00	1,00
7	0,95	0,66	0,22	-0,40
6	0,86	0,15	-0,66	-1,01
5	0,74	-0,41	-0,93	-0,01
4	0,60	-0,82	-0,36	1,02
3	0,44	-0,95	0,52	0,49
2	0,28	-0,77	0,95	-0,78
1	0,11	-0,36	0,59	-0,86
0	0,000	0,00	0,000	0,000

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	43283,6	5838,3	2163,2	990,9
Γ	1,320	-0,478	0,289	-0,177
%Part. Masa	0,805	0,109	0,040	0,018

52276,0
0,972187354

DUCTILIDAD EFECTIVA

	Φ ₁	Φ _m
μ _{máx.}	2,33	2,33
μ _D	1,7	1,0
μ _{MCE}	2,3	1,0




PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{ID} (s)	1,08
T _{1MCE} (s)	1,28

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i , shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.


β _i	3%
----------------	----

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO VISCOSO		

T (s)	0,84	0,28	0,16	0,11
Sa (g)	0,643	0,825	0,825	0,722
Sd (m)	0,113	0,016	0,005	0,002

DESPLAZAMIENTOS (m)				
Piso	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
8	0,113	0,016	0,005	0,002
7	0,107	0,010	0,001	-0,001
6	0,098	0,002	-0,003	-0,002
5	0,084	-0,006	-0,005	0,000
4	0,068	-0,013	-0,002	0,002
3	0,050	-0,015	0,003	0,001
2	0,031	-0,012	0,005	-0,002
1	0,012	-0,006	0,003	-0,002

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS-Normalizado (1/DespP16)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
8	0,0527	0,3353	0,7831	1,3997
7	0,0861	0,5176	0,8763	0,6074
6	0,1177	0,5552	0,2674	-0,9958
5	0,1429	0,4111	-0,5692	-1,0339
4	0,1578	0,1325	-0,8761	0,5362
3	0,1674	-0,1773	-0,4348	1,2649
2	0,1658	-0,4148	0,3616	0,0819
1	0,1095	-0,3596	0,5916	-0,8604
8	0,0527	0,3353	0,7831	1,3997
7	0,0861	0,5176	0,8763	0,6074
6	0,1177	0,5552	0,2674	-0,9958
5	0,1429	0,4111	-0,5692	-1,0339
4	0,1578	0,1325	-0,8761	0,5362
3	0,1674	-0,1773	-0,4348	1,2649
2	0,1658	-0,4148	0,3616	0,0819
1	0,1095	-0,3596	0,5916	-0,8604

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS (m)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
8	0,0084	0,0074	0,0055	0,0041
7	0,0138	0,0115	0,0062	0,0018
6	0,0189	0,0123	0,0019	-0,0029
5	0,0229	0,0091	-0,0040	-0,0030
4	0,0253	0,0029	-0,0062	0,0016
3	0,0268	-0,0039	-0,0031	0,0037
2	0,0266	-0,0092	0,0026	0,0002
1	0,0176	-0,0080	0,0042	-0,0025

FUERZAS EN RIOSTRAS (kN)				
Piso	V_1	V_2	V_3	V_4
8	783,5	778,7	769,8	763,2
7	808,6	797,6	772,9	420,5
6	832,3	801,5	444,1	-689,4
5	851,3	786,5	-945,2	-715,8
4	1215,9	777,1	-1641,4	418,8
3	1224,0	-1039,6	-814,6	987,9
2	1222,7	-2432,4	677,6	64,0
1	1174,9	-2108,6	1104,1	-672,0


FUERZA DE LA ESTRUCTURA (kN)				
Piso	FI_1	FI_2	FI_3	FI_4
8	3320	4256	4256	3724
7	4233	3808	1243	-2004
6	3849	842	-3778	-5049
5	3323	-2338	-5310	-57
4	2684	-4694	-2049	5126
3	1979	-5453	2970	2438
2	1231	-4437	5462	-3902
1	490	-2060	3390	-4313

TRABAJO DE LA ESTRUCTURA (kN*m)				
Piso	W_1	W_2	W_3	W_4
8	188,0	33,3	10,6	3,9
7	227,2	19,8	0,7	0,8
6	187,7	1,0	6,2	5,3
5	139,9	7,5	12,3	0,0
4	91,3	30,1	1,8	5,5
3	49,6	40,6	3,9	1,2
2	19,2	26,9	13,0	3,2
1	3,0	5,8	5,0	3,9

TRABAJO DE LA RIOSTRA (kN*m)				
Piso	FD_1	FD_2	FD_3	FD_4
8	32,1	25,8	14,1	5,4
7	66,2	51,2	18,2	3,0
6	99,4	56,5	3,4	8,1
5	126,6	36,3	15,2	8,7
4	196,0	9,1	40,7	2,6
3	211,0	16,3	10,0	14,7
2	208,5	89,4	6,9	0,1
1	122,0	67,1	0,1	6,8

TRABAJO DEL DISIPADOR (kN*m)				
Piso	WD_1	WD_2	WD_3	WD_4
8	32,138	25,775	14,105	5,447
7	66,224	51,222	18,172	3,013
6	99,407	56,536	3,361	8,098
5	126,645	36,271	15,223	8,729
4	195,961	9,120	40,688	2,649
3	210,998	16,323	10,022	14,740
2	208,485	89,352	6,933	0,062
1	121,983	67,145	0,148	6,820

AMORTIGUAMIENTO VISCOSO				
MODOS	1	2	3	4
β_v	9,33%	16,97%	16,14%	16,60%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0,55
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	13%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	19%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODO	1	2	3	4
β_D	28%	20%	19%	20%
β_{MCE}	36%	20%	19%	20%
β_E	15%	20%	19%	20%
β_{V+1}	12%	20%	19%	20%

COMBINACIÓN
0,44
0,50
0,37
0,36

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0

MODO	1	2	3	4
B_D	1,7	1,5	1,5	1,5
B_{MCE}	2,0	1,5	1,5	1,5
B_E	1,3	1,5	1,5	1,5
B_{V+1}	1,3	1,5	1,5	1,5

COMBINACIÓN
2,22
2,39
2,01
1,98


CORTANTE BASAL

CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	53772
C_s	0,118
$C_{s,máx.}$	0,092
$C_{s,min1.}$	0,036
$C_{s,min2.}$	0,041
C_s	0,092
V_s (kN)	4943

CORTANTE MÍN.	
B_{V+1}	1,3
$V_{min1} = V/B_{V+1}$	3892,90
$V_{min2} = 0.75V$	3707,30
$V_{min} = \max(V_{min1}, V_{min2})$ (kN)	3892,90

MODO	1	2	3	4
C_s	0,12	0,18	0,19	0,16
V (kN)	5318	1071	404	160

CORTANTE BASAL	
V (kN)	5441,75


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020

FUERZAS LATERALES POR PISO

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO POR MODO (kN)				
Piso	F _{D1}	F _{D2}	F _{D3}	F _{D4}
8	836	-452	278	-148
7	1066	-405	81	80
6	970	-90	-247	200
5	837	249	-347	2
4	676	499	-134	-203
3	499	580	194	-97
2	310	472	356	155
1	123	219	221	171

CORTANTES DE DISEÑO DE PISO POR MODO (kN)				
Piso	V _{D1}	V _{D2}	V _{D3}	V _{D4}
8	836	-452	278	-148
7	1903	-857	359	-68
6	2872	-947	112	132
5	3709	-698	-234	134
4	4386	-199	-368	-69
3	4884	380	-174	-166
2	5194	852	182	-11
1	5318	1071	404	160

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO (kN)		
Piso	V _D	F _D
8	1002	1002
7	2119	1117
6	3029	1912
5	3784	1872
4	4406	2534
3	4905	2371
2	5267	2896
1	5442	2546

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
SISMO DE DISEÑO		

MODO	1	2	3	4
D _{1D} (m)	0,116	-	-	-
D _{mD} (m)	-	-0,005	0,001	0,000

D _y (m)	0,085
μ _D	1,4


✓

COMPORTAMIENTO DEL PISO


DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					
Piso	D _{D1}	D _{D2}	D _{D3}	D _{D4}	D _D
8	0,116	-0,005	0,001	0,000	0,116
7	0,110	-0,003	0,000	0,000	0,110
6	0,100	-0,001	-0,001	0,000	0,100
5	0,086	0,002	-0,001	0,000	0,086
4	0,070	0,004	0,000	0,000	0,070
3	0,051	0,005	0,001	0,000	0,052
2	0,032	0,004	0,001	0,000	0,032
1	0,013	0,002	0,001	0,000	0,013

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

SISMO DE DISEÑO				
Piso	DERIVA (m)		FUERZA (kN)	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
8	0,0062	0,0087	785	OK
7	0,0100	0,0142	810	OK
6	0,0136	0,0193	834	OK
5	0,0165	0,0233	853	OK
4	0,0182	0,0257	1218	OK
3	0,0194	0,0274	1227	OK
2	0,0193	0,0273	1227	OK
1	0,0128	0,0182	1178	OK

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
SISMO MCE		

MODOS	1	2	3	4
D _{1MCE} (m)	0,180	-	-	-
D _{mmCE} (m)	-	-0,008	0,001	0,000

D _y (m)	0,085
μ _{MCE}	2,1 

COMPORTAMIENTO DEL PISO

DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					
Piso	D _{MCE1}	D _{MCE2}	D _{MCE3}	D _{MCE4}	D _{MCE}
8	0,180	-0,008	0,001	0,000	0,180
7	0,170	-0,005	0,000	0,000	0,170
6	0,155	-0,001	-0,001	0,000	0,155
5	0,134	0,003	-0,001	0,000	0,134
4	0,108	0,006	-0,001	0,000	0,108
3	0,080	0,007	0,001	0,000	0,080
2	0,050	0,006	0,001	0,000	0,050
1	0,020	0,003	0,001	0,000	0,020

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

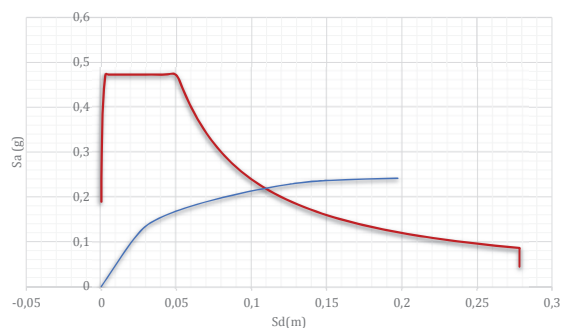
SISMO MCE				
Piso	DERIVA		FUERZA	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
8	0,0096	0,0135	807	OK
7	0,0155	0,0220	847	OK
6	0,0211	0,0299	884	OK
5	0,0256	0,0361	914	OK
4	0,0282	0,0399	1293	OK
3	0,0301	0,0425	1307	OK
2	0,0300	0,0424	1306	OK
1	0,0199	0,0281	1231	OK

Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0,0000	0,0	0,0000	0,000
0,0198	3271,7	0,0150	0,076
0,0287	4605,3	0,0217	0,106
0,0387	5815,8	0,0293	0,134
0,0490	6496,2	0,0372	0,150
0,0592	7002,8	0,0448	0,162
0,0725	7542,9	0,0549	0,174
0,0841	7939,5	0,0637	0,183
0,0953	8281,3	0,0722	0,191
0,1062	8583,0	0,0805	0,198
0,1194	8923,8	0,0905	0,206
0,1320	9224,2	0,1000	0,213
0,1429	9464,1	0,1083	0,219
0,1572	9734,4	0,1192	0,225
0,1668	9905,0	0,1264	0,229
0,1669	9904,5	0,1265	0,229
0,1773	10062,7	0,1344	0,232
0,1875	10170,5	0,1421	0,235
0,1961	10228,6	0,1486	0,236
0,1972	10230,8	0,1494	0,236
0,2072	10281,6	0,1570	0,238
0,2199	10332,9	0,1667	0,239
0,2314	10376,2	0,1753	0,240
0,2429	10415,5	0,1840	0,241
0,2536	10438,5	0,1922	0,241
0,2603	10454,4	0,1973	0,242

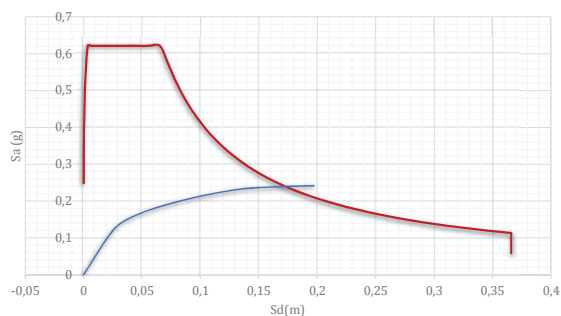
Espectro Elástico de Aceleración de Diseño

Amortiguamiento: 28%



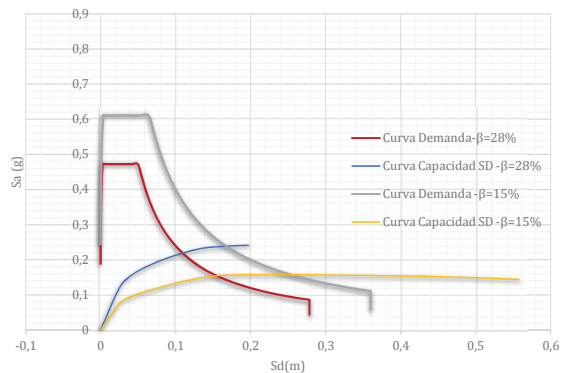
Espectro Elástico de Aceleración Extremo

Amortiguamiento: 35%



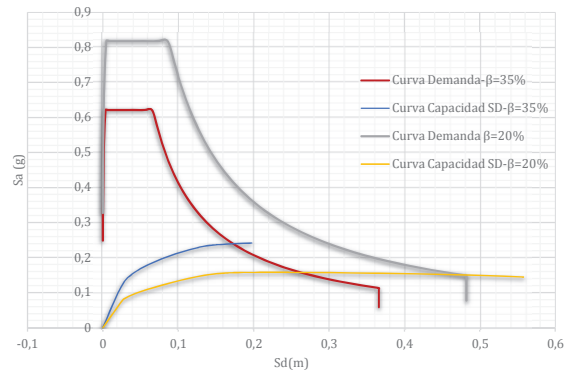
Espectro de demanda vs Espectro de capacidad
para Aceleración de Diseño en X

Amortiguamiento: 28% vs 15%

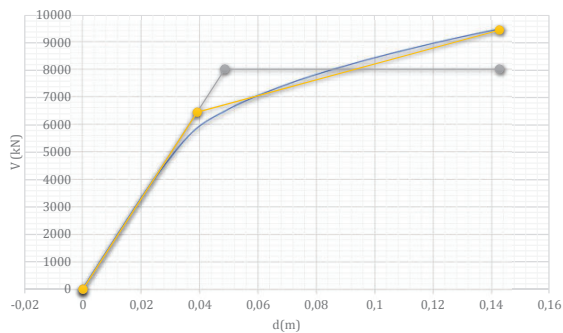


Espectro de demanda vs Espectro de capacidad
para Aceleración Extremo en X

Amortiguamiento: 35% vs 20%



Espectro Elástico de Aceleración de Diseño
Amortiguamiento: 28%



Δ_d	0,03	m
V_d	5210,57	kN

Δ_y (bilineal 1)	0,05	m
V_y (bilineal 1)	8037,97	kN

Δ_y (bilineal 2)	0,04	m
V_y (bilineal 2)	6467,82	kN

Δ_{max}	0,14	m
V_u	9464,13	kN

V_e	23590,00	kN
-------	----------	----

μ (bilineal 1)	2,93
μ (bilineal 2)	3,65

T	0,84	s
T_c	0,65	s

Mahmoudi

R_μ	3,65
R_{sd}	1,24
R_{sm}	1,16
R_s	1,43

R	5,23
-----	------

Abou-Elfath

R_μ	2,93
R_s	1,54

R	4,53
R	4,53

Asgarian

R_μ	2,93
R_{so}	1,54
$F1$	1,05
$F2$	1,10
R_s	1,78
R	5,23
R	4,53

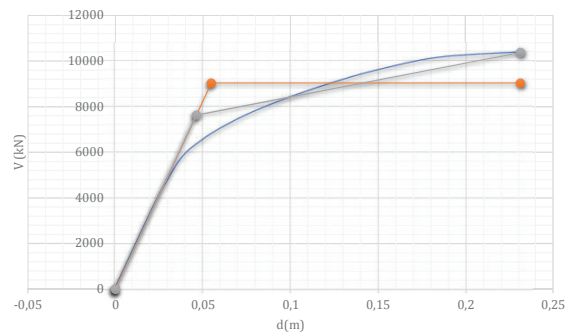
Onuralp

R_μ	2,93
Ω_b	1,54
R	4,53

19818,29158
17737,5998
23590,00227

4,88

Espectro Elástico de Aceleración Extremo
Amortiguamiento: 35%



Δ_d	0,03	m
V_d	5210,57	kN

Δ_y (bilineal 1)	0,05	m
V_y (bilineal 1)	9037,61	kN

Δ_y (bilineal 2)	0,05	m
V_y (bilineal 2)	7634,64	kN

Δ_{max}	0,23	m
V_u	10376,16	kN

V_e	38188,19	kN
-------	----------	----

μ (bilineal 1)	4,23
μ (bilineal 2)	5,00

T	0,84	s
T_c	0,65	s

Mahmoudi

R_μ	5,00
R_{sd}	1,47
R_{sm}	1,16
R_s	1,69

R	8,46
-----	------

Abou-Elfath

R_μ	4,23
R_s	1,73

R	7,33
R	7,33

Asgarian


R_μ	4,23
R_{so}	1,73
$F1$	1,05
$F2$	1,10
R_s	2,00
R	8,46
R	7,33

Onuralp

R_μ	4,23
Ω_b	1,73
R	7,33

26059,617
24669,445
38188,189

7,90

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
hi (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
I	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = Sa _(T=1)	0,568
S _{DS} = 2.5AaFal	0,825
Ts (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{M5} = 3/2 S _{DS}	1,24

ANÁLISIS MODAL

	1	4	8	11
MODO	1	2	3	4
T (s)	1,128	0,358	0,198	0,130

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
8	24	5159
7	21	6945
6	18	6945
5	15	6945
4	12	6945
3	9	6945
2	6	6945
1	3	6945

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
8	1,00	1,00	1,00	1,00
7	0,92	0,23	-3,43	2,45
6	0,80	-0,61	-4,63	-0,06
5	0,65	-1,22	-1,61	-2,49
4	0,48	-1,40	2,88	-1,00
3	0,29	-1,09	4,84	2,09
2	0,11	-0,46	2,75	2,05
1	0,00	0,00	0,00	0,00

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	37082,9	16746,2	220,1	4418,4
Γ	1,337	-0,634	0,020	0,168
%Part. Masa	0,690	0,311	0,004	0,082

DUCTILIDAD EFECTIVA

	Φ ₁	Φ _m
H _{máx.}	2,33	2,33
H _D	1,7	1,0
H _{MCE}	2,3	1,0
	✓	✓

PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{1D} (s)	1,45
T _{1MCE} (s)	1,72

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE


18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i , shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.

β _i	3%
----------------	----

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q _H	0,50
----------------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
β _{H,D}	12%	0%	0%	0%
β _{H,MCE}	17%	0%	0%	0%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

MODOS	AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				COMBINACIÓN
	1	2	3	4	
β_D	15%	3%	3%	3%	0,16
β_{MCE}	20%	3%	3%	3%	0,21
β_E	3%	3%	3%	3%	0,06
β_{V+1}	3%	3%	3%	3%	0,06

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0


MODOS	1	2	3	4	COMBINACIÓN
B_D	1,4	0,9	0,9	0,9	1,38
B_{MCE}	1,5	0,9	0,9	0,9	1,53
B_E	0,9	0,9	0,9	0,9	1,05
B_{V+1}	0,9	0,9	0,9	0,9	1,05

CORTANTE BASAL

CORTANTE EN LA BASE - FHE		CORTANTE MÍN.	
W (kN)	53772	B_{V+1}	0,9
C_s	0,118	$V_{min1} = V/B_{V+1}$	4299,51
$C_{s\text{ máx.}}$	0,072	$V_{min2} = 0.75V$	2902,17
$C_{s\text{ min1.}}$	0,036	$V_{min} = \max(V_{min1}, V_{min2})$ (kN)	4299,51
$C_{s\text{ min2.}}$	0,041		
C_s	0,072		
V_s (kN)	3870		

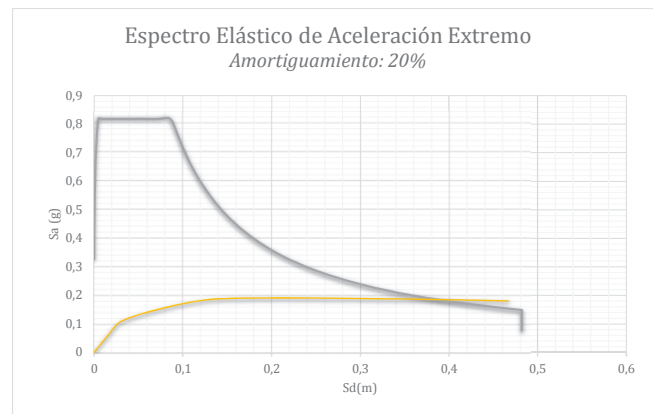
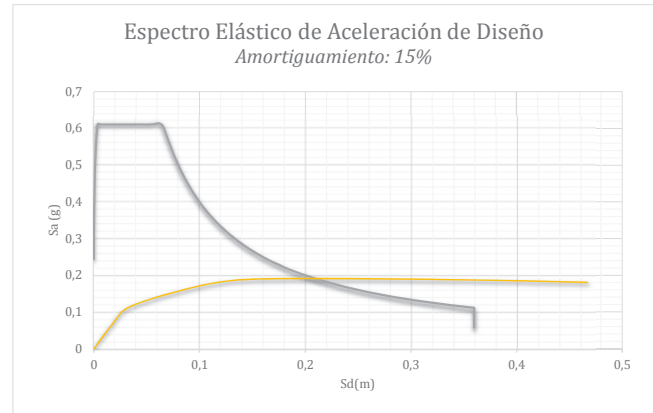
MODOS	1	2	3	4
C_s	0,10	0,31	0,31	0,31
V (kN)	3590	5117	67	1350


CORTANTE BASAL	
V (kN)	6394,88

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020

Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

	D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0	0,0000	0,0	0,0000	0,000
1	0,0244	2585,6	0,0182	0,070
2	0,0391	3957,9	0,0293	0,107
3	0,0660	4860,9	0,0493	0,131
4	0,0912	5470,1	0,0682	0,148
5	0,1162	6010,7	0,0869	0,162
6	0,1414	6474,9	0,1058	0,175
7	0,1670	6815,6	0,1249	0,184
8	0,1835	6948,8	0,1372	0,187
9	0,2091	7041,2	0,1564	0,190
10	0,2133	7049,4	0,1595	0,190
11	0,2133	7049,4	0,1595	0,190
12	0,2434	7078,8	0,1820	0,191
13	0,2495	7084,0	0,1866	0,191
14	0,2495	7084,0	0,1866	0,191
15	0,2732	7090,3	0,2043	0,191
16	0,2732	7090,3	0,2043	0,191
17	0,2909	7089,6	0,2176	0,191
18	0,2921	7089,7	0,2185	0,191
19	0,2969	7088,9	0,2220	0,191
20	0,3140	7084,3	0,2348	0,191
21	0,3316	7076,2	0,2480	0,191
22	0,3572	7059,3	0,2671	0,190
23	0,3843	7036,4	0,2874	0,190
24	0,4150	7006,4	0,3103	0,189
25	0,4460	6976,0	0,3335	0,188
26	0,4708	6948,3	0,3520	0,187
27	0,5019	6909,7	0,3753	0,186
28	0,5289	6870,4	0,3955	0,185
29	0,5635	6814,9	0,4214	0,184
30	0,5897	6771,0	0,4410	0,183
31	0,6066	6738,5	0,4536	0,182
32	0,6066	6738,5	0,4536	0,182
33	0,6111	6728,3	0,4569	0,181
34	0,6112	6728,4	0,4571	0,181
35	0,6230	6699,2	0,4659	0,181
36	0,6235	6699,5	0,4662	0,181
37	0,6248	6694,8	0,4672	0,181
38	0,6249	6694,9	0,4673	0,181
39	0,6275	6688,2	0,4693	0,180



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
h _i (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
I	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _a (T=1)	0,568
S _{DS} = 2.5AaFaI	0,825
T _s (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1,24

ANÁLISIS MODAL				
----------------	--	--	--	--

	1	4	7	12
MODO	1	2	3	4
T (s)	0,897	0,292	0,161	0,111

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
8	24	5159
7	21	6945
6	18	6945
5	15	6945
4	12	6945
3	9	6945
2	6	6945
1	3	6945
0	0	0

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
8	1,00	1,00	1,00	1,00
7	0,94	0,65	0,19	-0,47
6	0,85	0,12	-0,67	-1,01
5	0,73	-0,43	-0,91	0,05
4	0,58	-0,82	-0,33	1,06
3	0,43	-0,94	0,54	0,46
2	0,26	-0,75	0,95	-0,82
1	0,10	-0,34	0,57	-0,87
0	0,000	0,00	0,000	0,000

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	42811,7	6080,3	2243,3	1068,4
Γ	1,330	-0,492	0,296	-0,180
%Part. Masa	0,796	0,113	0,042	0,020

52203,8
0,970844646

DUCTILIDAD EFECTIVA				
---------------------	--	--	--	--

	Φ ₁	Φ _m
μ _{máx.}	2,33	2,33
μ _D	1,7	1,0
μ _{MCE}	2,3	1,0
	✓	✓


PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{1D} (s)	1,15
T _{1MCE} (s)	1,37

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE				
---------------------------	--	--	--	--

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i, shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.


β _i	3%
----------------	----

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Analisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO VISCOSO		

T (s)	0,90	0,29	0,16	0,11
Sa (g)	0,602	0,825	0,825	0,733
Sd (m)	0,121	0,017	0,005	0,002

DESPLAZAMIENTOS (m)				
Piso	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
8	0,121	0,017	0,005	0,002
7	0,114	0,011	0,001	-0,001
6	0,103	0,002	-0,004	-0,002
5	0,088	-0,007	-0,005	0,000
4	0,071	-0,014	-0,002	0,002
3	0,052	-0,016	0,003	0,001
2	0,032	-0,013	0,005	-0,002
1	0,012	-0,006	0,003	-0,002

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS-Normalizado (1/DespP16)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
8	0,0587	0,3543	0,8080	1,4684
7	0,0909	0,5232	0,8642	0,5424
6	0,1210	0,5491	0,2387	-1,0631
5	0,1448	0,3977	-0,5853	-1,0073
4	0,1585	0,1181	-0,8682	0,6019
3	0,1657	-0,1882	-0,4080	1,2797
2	0,1599	-0,4130	0,3778	0,0438
1	0,1004	-0,3412	0,5729	-0,8657
8	0,0587	0,3543	0,8080	1,4684
7	0,0909	0,5232	0,8642	0,5424
6	0,1210	0,5491	0,2387	-1,0631
5	0,1448	0,3977	-0,5853	-1,0073
4	0,1585	0,1181	-0,8682	0,6019
3	0,1657	-0,1882	-0,4080	1,2797
2	0,1599	-0,4130	0,3778	0,0438
1	0,1004	-0,3412	0,5729	-0,8657
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS (m)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
8	0,0091	0,0079	0,0055	0,0042
7	0,0141	0,0117	0,0059	0,0016
6	0,0188	0,0123	0,0016	-0,0031
5	0,0225	0,0089	-0,0040	-0,0029
4	0,0246	0,0026	-0,0059	0,0017
3	0,0257	-0,0042	-0,0028	0,0037
2	0,0248	-0,0092	0,0026	0,0001
1	0,0156	-0,0076	0,0039	-0,0025

FUERZAS EN RIOSTRAS (kN)				
Piso	V_1	V_2	V_3	V_4
8	819,3	814,0	803,1	797,3
7	842,0	831,0	804,8	353,3
6	863,2	833,6	368,5	-692,5
5	879,9	818,3	-903,7	-656,2
4	1310,6	679,5	-1525,1	446,1
3	1316,3	-1082,8	-716,8	948,4
2	1311,7	-2375,9	663,6	32,5
1	1264,1	-1963,1	1006,4	-641,6

FUERZA DE LA ESTRUCTURA (kN)				
Piso	FI_1	FI_2	FI_3	FI_4
8	3105	4256	4256	3783
7	3934	3699	1100	-2386
6	3554	702	-3851	-5148
5	3048	-2444	-5219	266
4	2443	-4723	-1865	5397
3	1780	-5399	3109	2331
2	1088	-4321	5447	-4186
1	419	-1955	3282	-4409

TRABAJO DE LA ESTRUCTURA (kN*m)				
Piso	W_1	W_2	W_3	W_4
8	188,0	37,1	11,3	4,2
7	224,3	20,8	0,6	1,3
6	183,1	0,7	6,9	5,8
5	134,7	9,1	12,7	0,0
4	86,5	33,9	1,6	6,4
3	45,9	44,4	4,5	1,2
2	17,2	28,4	13,8	3,9
1	2,6	5,8	5,0	4,3

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Analisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020

TRABAJO DE LA RIOSTRA (kN*m)				
Piso	FD ₁	FD ₂	FD ₃	FD ₄
8	36,1	28,3	12,8	4,6
7	69,4	53,1	15,3	2,2
6	101,2	57,0	2,4	8,5
5	127,0	34,6	14,4	7,6
4	200,5	7,2	36,1	3,1
3	212,2	18,2	8,0	14,0
2	202,8	87,6	6,8	0,0
1	107,6	59,8	15,7	6,4

TRABAJO DEL DISIPADOR (kN*m)				
Piso	WD ₁	WD ₂	WD ₃	WD ₄
8	36,102	28,326	12,791	4,568
7	69,369	53,139	15,256	2,204
6	101,213	56,982	2,398	8,469
5	126,976	34,649	14,423	7,604
4	200,535	7,167	36,103	3,088
3	212,215	18,198	7,974	13,961
2	202,786	87,619	6,835	0,016
1	107,609	59,815	15,719	6,390

AMORTIGUAMIENTO VISCOSO				
MODO	1	2	3	4
β_V	9,53%	15,27%	15,75%	13,58%

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0,51
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	12%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	18%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODO	1	2	3	4
β_D	28%	18%	19%	17%
β_{MCE}	35%	18%	19%	17%
β_E	15%	18%	19%	17%
β_{V+1}	13%	18%	19%	17%

COMBINACIÓN
0,42
0,47
0,35
0,33


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO		

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0

MODO	1	2	3	4
B_D	1,7	1,4	1,5	1,4
B_{MCE}	2,0	1,4	1,5	1,4
B_E	1,4	1,4	1,5	1,4
B_{V+1}	1,3	1,4	1,5	1,4

COMBINACIÓN
2,15
2,31
1,94
1,90


CORTANTE BASAL

CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	53772
C_s	0,118
$C_{s,max}$	0,086
$C_{s,min1}$	0,036
$C_{s,min2}$	0,041
C_s	0,086
V_s (kN)	4623

CORTANTE MÍN.	
B_{V+1}	1,3
$V_{min1} = V/B_{V+1}$	3623,12
$V_{min2} = 0.75V$	3467,27
$V_{min} = \max(V_{min1}, V_{min2})$ (kN)	3623,12

MODO	1	2	3	4
C_s	0,12	0,19	0,19	0,17
V (kN)	4969	1155	422	187


CORTANTE BASAL	
V (kN)	5122,66

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
FUERZAS LATERALES POR PISO		

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO POR MODO (kN)				
Piso	F _{D1}	F _{D2}	F _{D3}	F _{D4}
8	796	-483	287	-163
7	1009	-419	74	102
6	912	-80	-260	221
5	782	277	-352	-11
4	627	535	-126	-232
3	457	612	210	-100
2	279	490	367	180
1	108	222	221	189

CORTANTES DE DISEÑO DE PISO POR MODO (kN)				
Piso	V _{D1}	V _{D2}	V _{D3}	V _{D4}
8	796	-483	287	-163
7	1806	-902	361	-60
6	2717	-981	101	161
5	3499	-704	-250	150
4	4126	-169	-376	-82
3	4583	443	-167	-182
2	4862	933	201	-2
1	4969	1155	422	187

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO (kN)		
Piso	V _D	F _D
8	988	988
7	2051	1063
6	2895	1832
5	3581	1749
4	4147	2398
3	4611	2213
2	4955	2742
1	5123	2381

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Analisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
SISMO DE DISEÑO		

MODO	1	2	3	4
D _{1D} (m)	0,125	-	-	-
D _{mD} (m)	-	-0,006	0,001	0,000

D _y (m)	0,093
μ _D	1,4




COMPORTAMIENTO DEL PISO


DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					D _D
Piso	D _{D1}	D _{D2}	D _{D3}	D _{D4}	
8	0,125	-0,006	0,001	0,000	0,125
7	0,118	-0,004	0,000	0,000	0,118
6	0,107	-0,001	-0,001	0,000	0,107
5	0,091	0,003	-0,001	0,000	0,091
4	0,073	0,005	0,000	0,000	0,073
3	0,053	0,006	0,001	0,000	0,054
2	0,033	0,004	0,001	0,000	0,033
1	0,013	0,002	0,001	0,000	0,013

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

SISMO DE DISEÑO				
Piso	DERIVA (m)		FUERZA (kN)	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
8	0,0074	0,0095	821	OK
7	0,0114	0,0147	845	OK
6	0,0151	0,0194	866	OK
5	0,0180	0,0231	883	OK
4	0,0197	0,0253	1314	OK
3	0,0207	0,0266	1321	OK
2	0,0202	0,0258	1317	OK
1	0,0128	0,0163	1268	OK

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Analisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
SISMO MCE		

MODO	1	2	3	4
D _{1MCE} (m)	0,197	-	-	-
D _{4MCE} (m)	-	-0,009	0,002	0,000

D _y (m)	0,093
H _{MCE}	2,1 

COMPORTAMIENTO DEL PISO

DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					
Piso	D _{MCE1}	D _{MCE2}	D _{MCE3}	D _{MCE4}	D _{MCE}
8	0,197	-0,009	0,002	0,000	0,197
7	0,185	-0,006	0,000	0,000	0,185
6	0,167	-0,001	-0,001	0,000	0,167
5	0,143	0,004	-0,001	0,000	0,143
4	0,115	0,007	-0,001	-0,001	0,115
3	0,084	0,008	0,001	0,000	0,084
2	0,051	0,007	0,002	0,000	0,052
1	0,020	0,003	0,001	0,000	0,020

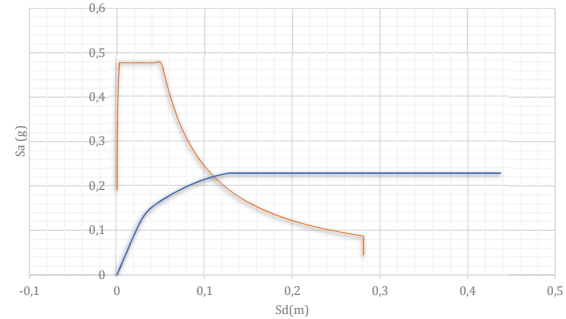
COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

SISMO MCE				
Piso	DERIVA		FUERZA	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
8	0,0116	0,0149	846	OK
7	0,0180	0,0230	882	OK
6	0,0237	0,0304	916	OK
5	0,0283	0,0362	942	OK
4	0,0310	0,0397	1388	OK
3	0,0325	0,0417	1399	OK
2	0,0316	0,0405	1393	OK
1	0,0200	0,0256	1316	OK

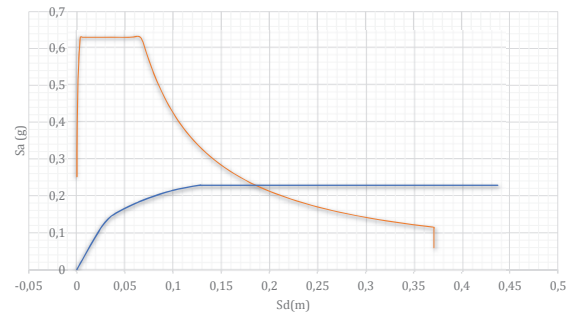
Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0,0000	0,0	0,0000	0,000
0,0192	2886,2	0,0145	0,067
0,0254	3773,1	0,0191	0,088
0,0352	5080,6	0,0264	0,119
0,0452	6055,4	0,0340	0,141
0,0557	6643,9	0,0419	0,155
0,0663	7128,0	0,0499	0,166
0,0767	7536,1	0,0577	0,176
0,0863	7881,3	0,0649	0,184
0,0972	8245,0	0,0731	0,193
0,1070	8547,1	0,0805	0,200
0,1188	8869,5	0,0893	0,207
0,1298	9128,0	0,0976	0,213
0,1396	9335,6	0,1050	0,218
0,1502	9524,9	0,1130	0,222
0,1613	9691,3	0,1213	0,226
0,1695	9799,1	0,1275	0,229
0,1731	9799,1	0,1302	0,229
0,1791	9799,1	0,1347	0,229
0,1851	9799,1	0,1392	0,229
0,1911	9799,1	0,1437	0,229
0,1971	9799,1	0,1482	0,229
0,2031	9799,1	0,1527	0,229
0,2091	9799,1	0,1572	0,229
0,2151	9799,1	0,1617	0,229
0,2475	9799,1	0,1861	0,229
0,3120	9799,1	0,2346	0,229
0,4185	9799,1	0,3147	0,229
0,5817	9799,1	0,4374	0,229

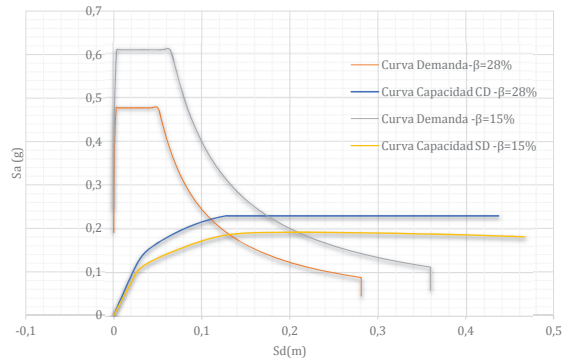
Espectro Elástico de Aceleración de Diseño
Amortiguamiento: 28%



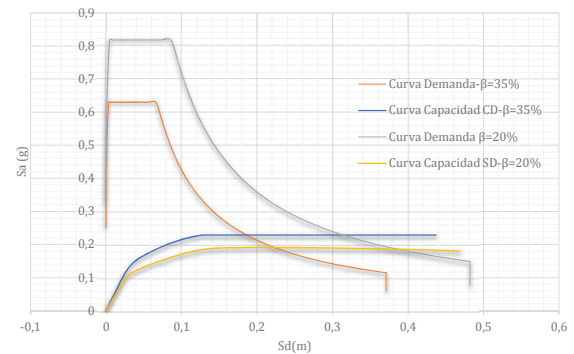
Espectro Elástico de Aceleración Extremo
Amortiguamiento: 35%




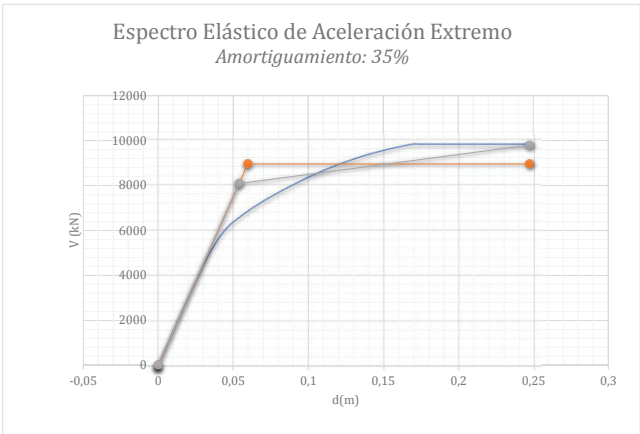
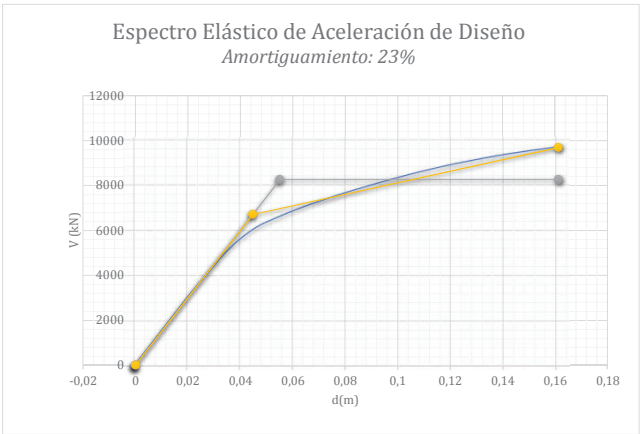
Espectro de demanda vs Espectro de capacidad para
Aceleración de Diseño en Y
Amortiguamiento: 28% vs 15%



Espectro de demanda vs Espectro de capacidad para
Aceleración Extremo en Y
Amortiguamiento: 35% vs 20%



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 8 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020



Δ_d	0,03	m
V_d	4426,84	kN

Δ_y (bilineal 1)	0,06	m
V_y (bilineal 1)	8271,98	kN

Δ_y (bilineal 2)	0,04	m
V_y (bilineal 2)	6713,79	kN

Δ_{max}	0,16	m
V_u	9691,32	kN

V_e	24199,85	kN
-------	----------	----

μ (bilineal 1)	2,93
μ (bilineal 2)	3,60

T	0,90	s
T_c	0,65	s

Mahmoudi

R_μ	3,60
R_{sd}	1,52
R_{sm}	1,16
R_s	1,75

R	6,31
-----	------

Abou-Elfath

R_μ	2,93
R_s	1,87

R	5,47
R	5,47

Asgarian

R_μ	2,93
R_{so}	1,87
F_1	1,05
F_2	1,10
R_s	2,16
R	6,31
R	5,47

Onuralp

R_μ	2,93
R_{so}	1,87
R	5,47

Δ_d	0,03	m
V_d	4426,84	kN

Δ_y (bilineal 1)	0,06	m
V_y (bilineal 1)	8961,79	kN

Δ_y (bilineal 2)	0,05	m
V_y (bilineal 2)	8098,86	kN

Δ_{max}	0,25	m
V_u	9799,07	kN

V_e	37117,24	kN
-------	----------	----

μ (bilineal 1)	4,14
μ (bilineal 2)	4,58

T	0,90	s
T_c	0,65	s

Mahmoudi

R_μ	4,58
R_{sd}	1,83
R_{sm}	1,16
R_s	2,11

R	9,68
-----	------

Abou-Elfath

R_μ	4,14
R_s	2,02

R	8,38
R	8,38

Asgarian

R_μ	4,14
R_{so}	2,02
F_1	1,05
F_2	1,10
R_s	2,34
R	9,68
R	8,38

Onuralp

R_μ	4,14
R_{so}	2,02
R	8,38

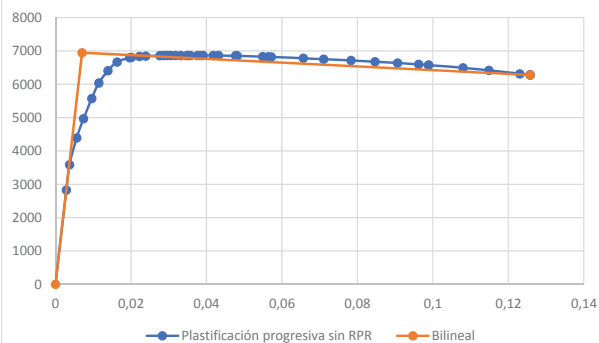
18724,9154
18219,10292
24199,85315

24716,372
24185,953
37117,236

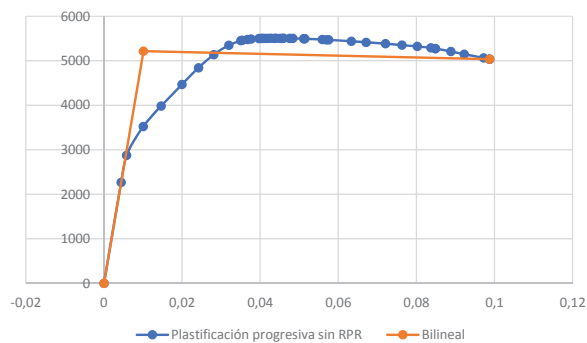
5,89

9,03

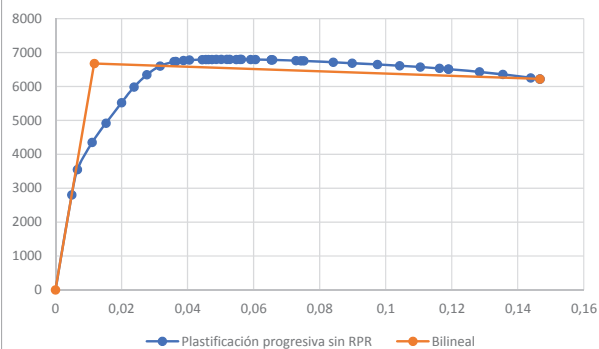
Nivel 1



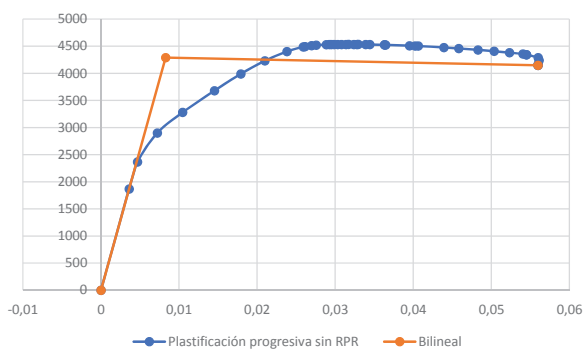
Nivel 5



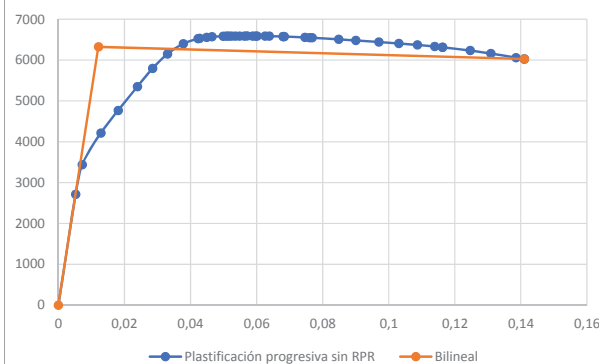
Nivel 2



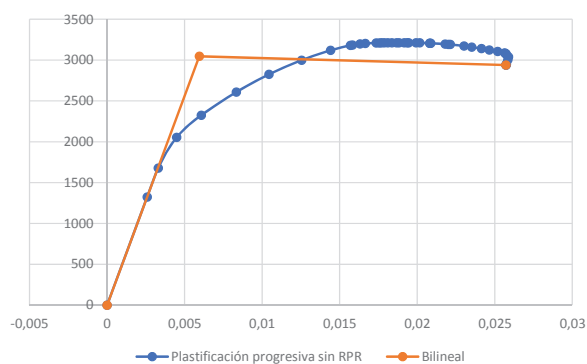
Nivel 6



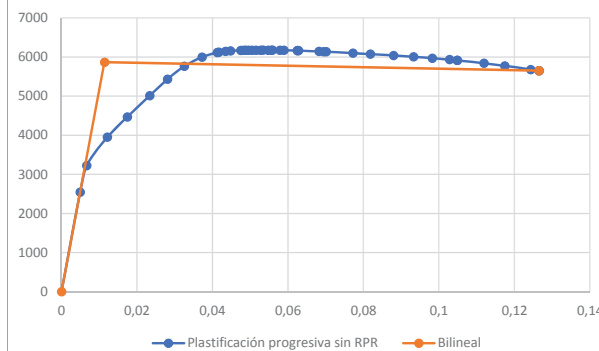
Nivel 3



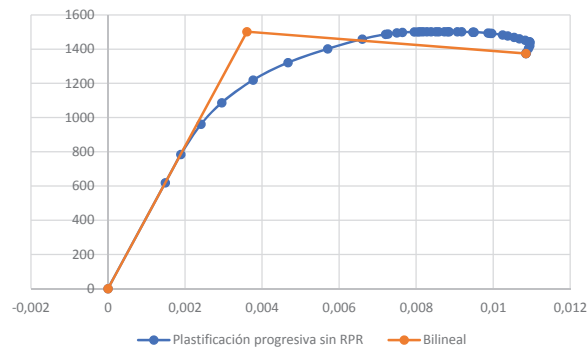
Nivel 7

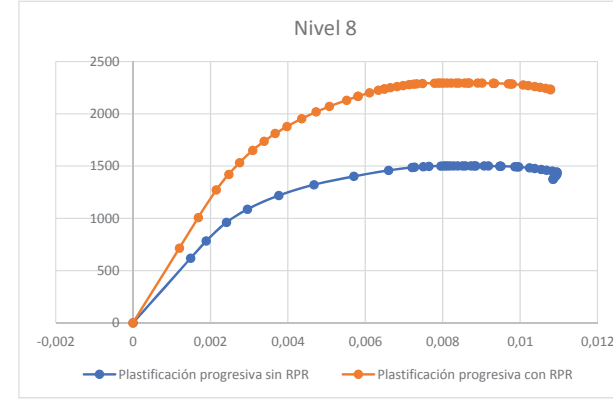
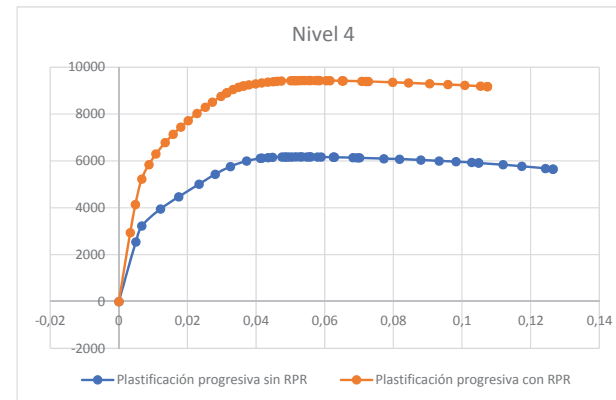
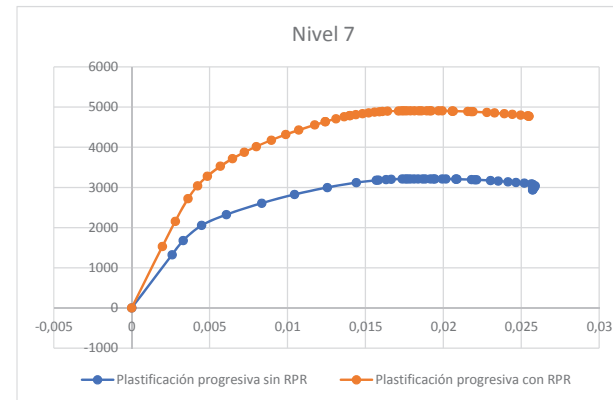
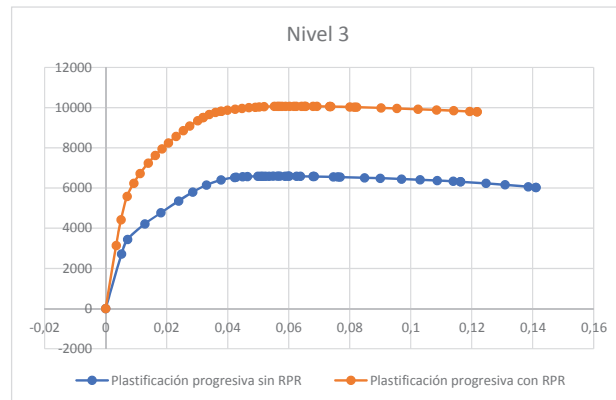
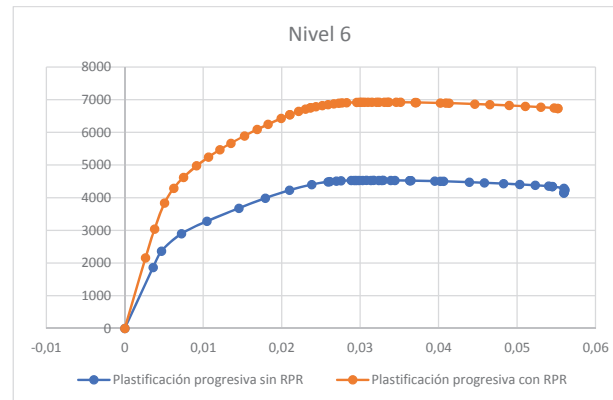
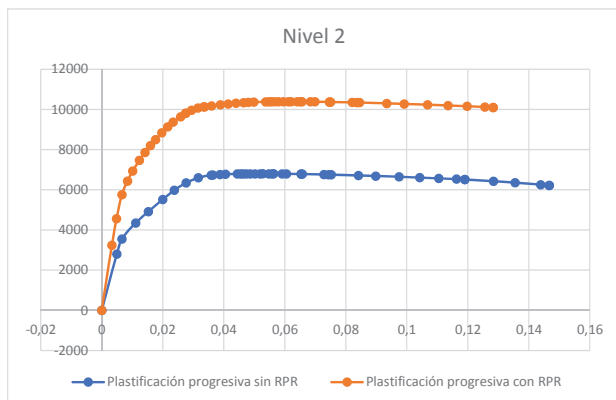
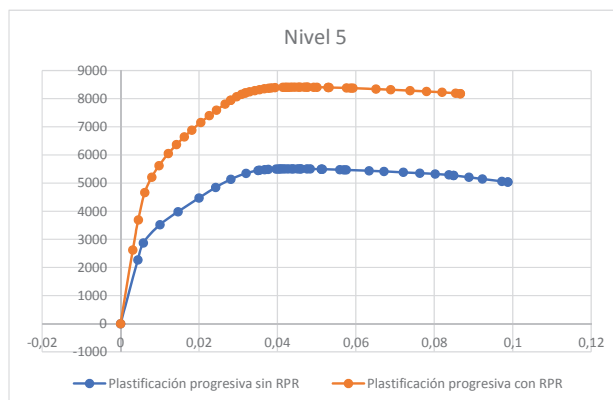
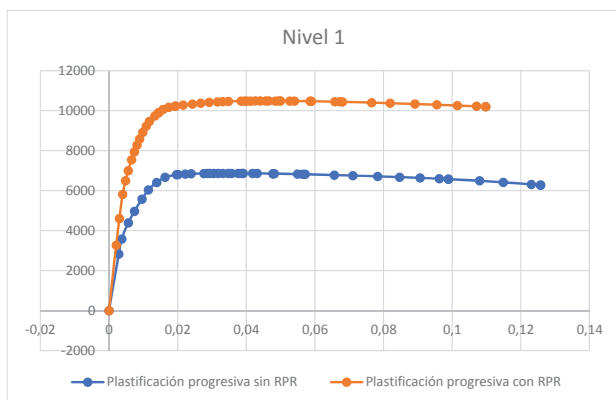



Nivel 4



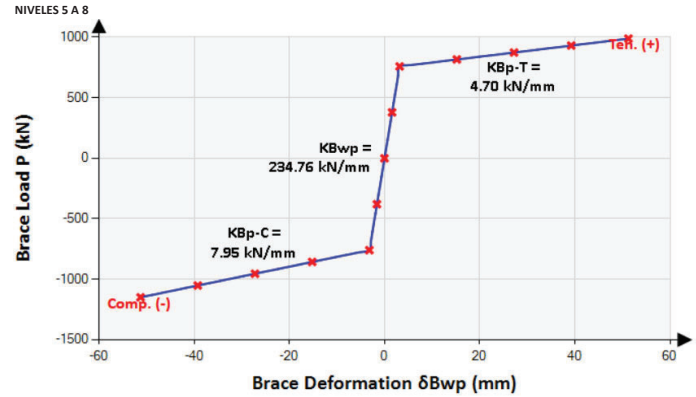
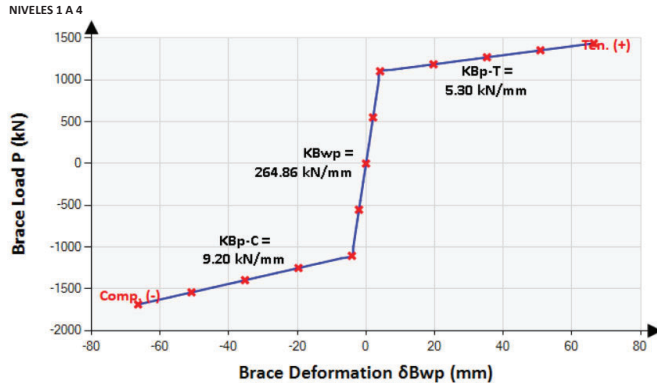
Nivel 8





Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta						 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA		
ANEXO 2.3	Aplicación metodología de Oviedo para definición de disipadores en X					2020		

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Δ_{FC} [m]	0,0029	0,0049	0,0052	0,0049	0,0044	0,0036	0,0026	0,0015
Q_{FC} [kN]	2828,1	2800,9	2714,6	2544,2	2268,4	1867,5	1323,3	618,9
K_{FC} [kN/m]	986071	568573	521757	514688	515804	518093	512231	416367
Δ_{FY} [m]	0,0070	0,0117	0,0121	0,0114	0,0101	0,0083	0,0059	0,0036
Q_{FY} [kN]	6946,6	6676,9	6323,2	5868,5	5215,1	4289,1	3046,1	1501,8
K_{eq} [kN/m]	986071	568573	521757	514688	515804	518093	512231	416367
α (Q_{FC}/Q_{FY})	0,407	0,419	0,429	0,434	0,435	0,435	0,434	0,412
		n	4					
		v	0,3	β'	0,54	β	0,35	
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
Δ_{DY} [mm]	2,1134	3,5230	3,6357	3,4206	3,0332	2,4836	1,7840	1,0821
Q_{DY} [kN]	3740,5	3595,3	3404,8	3160,0	2808,1	2309,5	1640,2	808,6
K_D [kN/m]	1769871,3	1020515,4	936486,5	923798,1	925802,0	929910,9	919389,1	747324,7
Riostras								
H	3,00	B	3,75	Lb	4,80	θ	0,67	
	Lbp							
L_{bp} [m]	2,200	2,200	2,200	2,200	1,700	1,700	1,700	1,700
A_{bp} [mm ²]	3200,0	3200,0	3200,0	3200,0	2200,0	2200,0	2200,0	2200,0
K_{bpi} [kN/m]	290909,0909	290909,0909	290909,0909	290909,0909	258823,5294	258823,5294	258823,5294	258823,5294
T_Y [kN]	1103,2	1103,2	1103,2	1103,2	758,4	758,4	758,4	758,4
Δ_{bp} [mm]	3,7921169	3,7921169	3,7921169	3,7921169	2,93027215	2,93027215	2,93027215	2,93027215
Ratio	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
K_{bpf} [kN/m]	5818,181818	5818,181818	5818,181818	5818,181818	5176,470588	5176,470588	5176,470588	5176,470588
Tmax	1456,17289	1456,17289	1456,17289	1456,17289	1001,118862	1001,118862	1001,118862	1001,118862
Δ_{bp} [mm]	64,4659873	64,4659873	64,4659873	64,4659873	49,81462655	49,81462655	49,81462655	49,81462655
$Q_{DY\ OBJ}$ [kN]	3445,696941	3445,696941	3445,696941	3445,696941	2368,916647	2368,916647	2368,916647	2368,916647
	Lb							
L_b [m]	1,301	1,301	1,301	1,301	1,551	1,551	1,551	1,551
A_b [mm ²]	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0
K_{bi} [kN/m]	5840889,906	5840889,906	5840889,906	5840889,906	4899522,434	4899522,434	4899522,434	4899522,434
T_Y [kN]	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Δ_b [mm]	2,242815806	2,242815806	2,242815806	2,242815806	2,673738181	2,673738181	2,673738181	2,673738181
$\Delta_{b\ en\ Tybp}$ [mm]	0,188868699	0,188868699	0,188868699	0,188868699	0,154795368	0,154795368	0,154795368	0,154795368
	0,649064002	1,081961172	1,116591742	1,050523416	1,198932376	0,9816899	0,705175166	0,427703661
	Lbeq							
K_{beqi} [kN/m]	264556,3132	264556,3132	264556,3132	264556,3132	234091,1966	234091,1966	234091,1966	234091,1966
Δ_{bei} [mm]	4,169854299	4,169854299	4,169854299	4,169854299	3,239862887	3,239862887	3,239862887	3,239862887
K_{beqf} [kN/m]	5806,61374	5806,61374	5806,61374	5806,61374	5165,555506	5165,555506	5165,555506	5165,555506
Δ_{bef} [mm]	64,96460067	64,96460067	64,96460067	64,96460067	50,22328632	50,22328632	50,22328632	50,22328632
MENOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR
K_{si} [kN/m]	1058225,25	1058225,25	1058225,25	1058225,25	936364,79	936364,79	936364,79	936364,79
K_{sf} [kN/m]	23226,5	23226,5	23226,5	23226,5	20662,2	20662,2	20662,2	20662,2
Δ [mm]	3,2561	3,2561	3,2561	3,2561	2,5299	2,5299	2,5299	2,5299



BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	8Px1-4	Le1:	349 mm
H:	3'000 mm	Le2:	349 mm
L:	3'750 mm	Lp:	2'203 mm
E:	200'000 MPa	λp:	0.61
Lb:	3'600 mm	α1:	7.81
Ep:	0.0200	α2:	7.81
λ1:	.097	Py:	1'104 kN
λ2:	.097	θ:	39 °
Ae1:	25'000 mm²	δB-ep:	44.37 mm
Ae2:	25'000 mm²	ΔB-ep:	56.82 mm
Ap:	3200 mm²	Lwp:	4'802 mm
Fysc:	345 MPa	Lc:	601 mm
αc:	35.00	λc:	0.17
		Σλ:	1.33
		Ltotal:	4'802 mm
		αcmin:	13.45
		Acmin:	43'039 mm²
		Ac:	112'000 mm²
		δBwp:	44.43 mm
		ΔBwp:	56.90 mm
		δBwp/δB:	1.00
		Kc:	37'260.58 kN/mm
		β:	1.158
		βw:	1.422

Theoretical Total Elastic Stiffness

KB: 268.68 kN/mm KBwp: 264.86 kN/mm KBwp/KB: 0.99 KF: 1.99

Post-elastic Stiffness

KBp-T: 5.30 kN/mm KBp-C: 9.20 kN/mm


BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	8Px5-8	Le1:	475 mm
H:	3'000 mm	Le2:	475 mm
L:	3'750 mm	Lp:	1'701 mm
E:	200'000 MPa	λp:	0.47
Lb:	3'600 mm	α1:	13.64
Ep:	0.0200	α2:	13.64
λ1:	.1319	Py:	759 kN
λ2:	.1319	θ:	39 °
Ae1:	30'000 mm²	δB-ep:	34.25 mm
Ae2:	30'000 mm²	ΔB-ep:	43.87 mm
Ap:	2200 mm²	Lwp:	4'802 mm
Fysc:	345 MPa	Lc:	601 mm
αc:	35.00	λc:	0.17
		Σλ:	1.33
		Ltotal:	4'802 mm
		αcmin:	17.26
		Acmin:	37'982 mm²
		Ac:	77'000 mm²
		δBwp:	34.31 mm
		ΔBwp:	43.94 mm
		δBwp/δB:	1.00
		Kc:	25'616.65 kN/mm
		β:	1.129
		βw:	1.360

Theoretical Total Elastic Stiffness

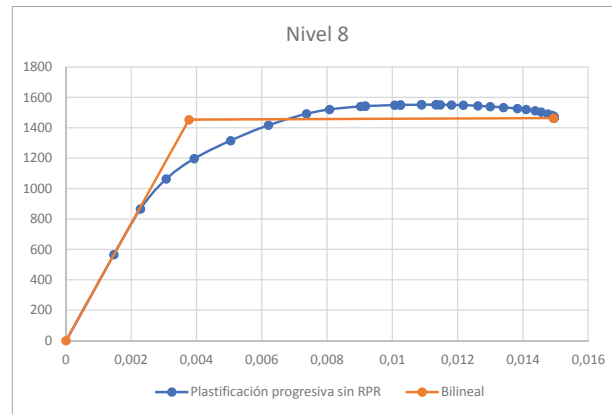
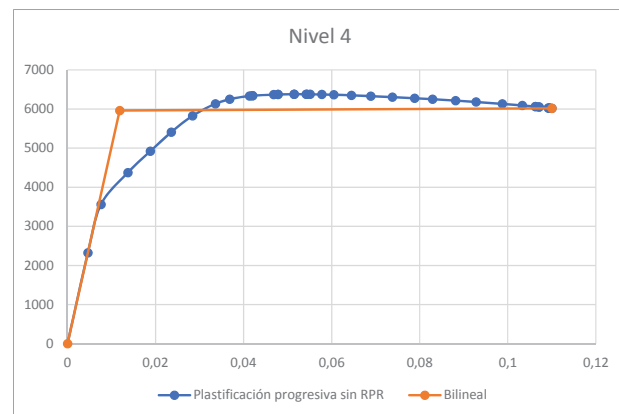
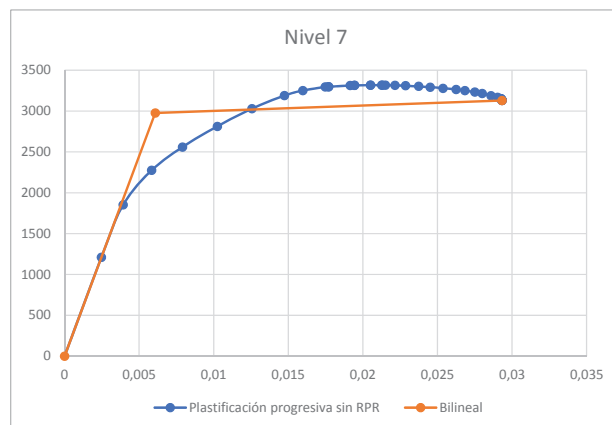
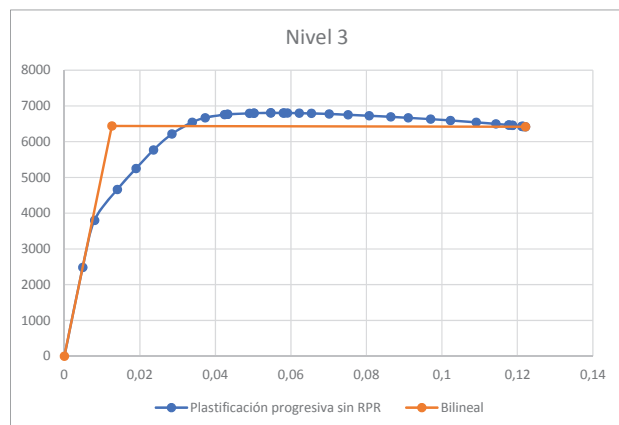
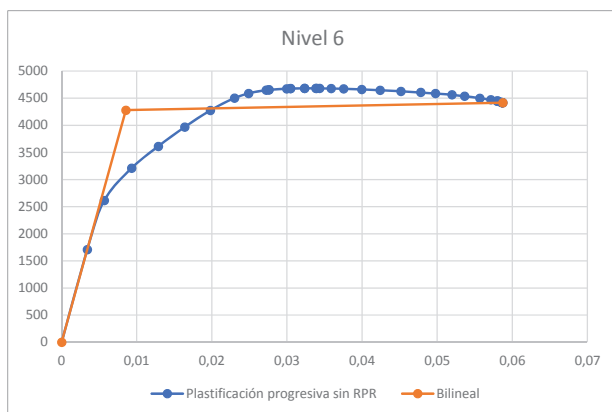
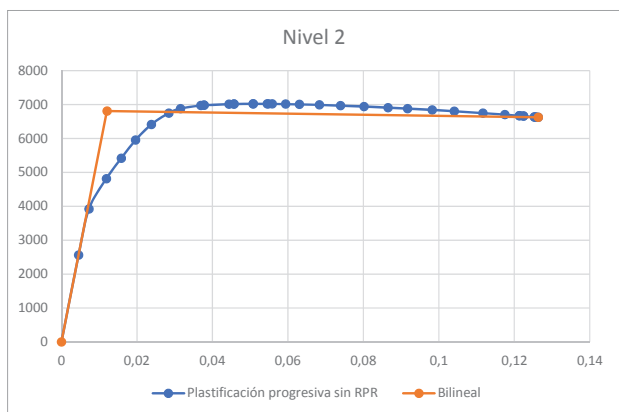
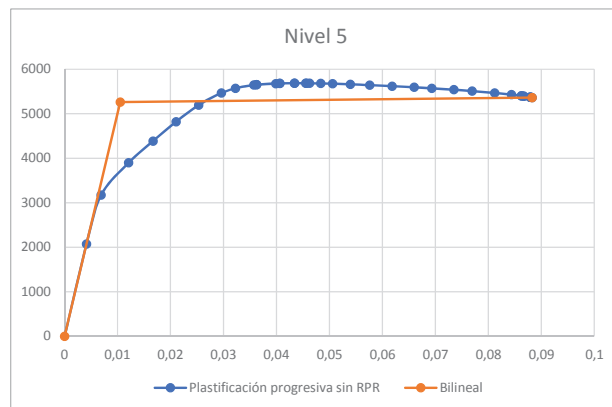
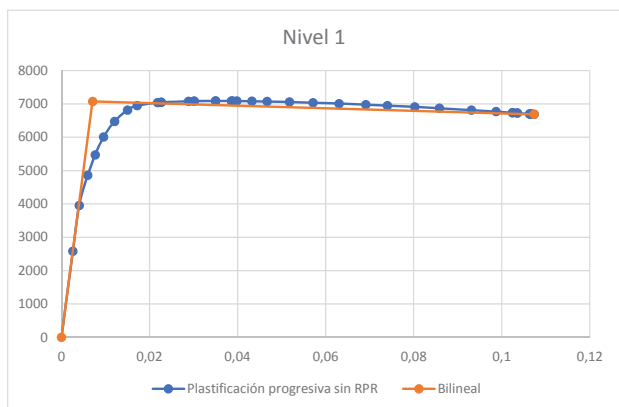
KB: 239.14 kN/mm KBwp: 234.76 kN/mm KBwp/KB: 0.98 KF: 2.56

Post-elastic Stiffness

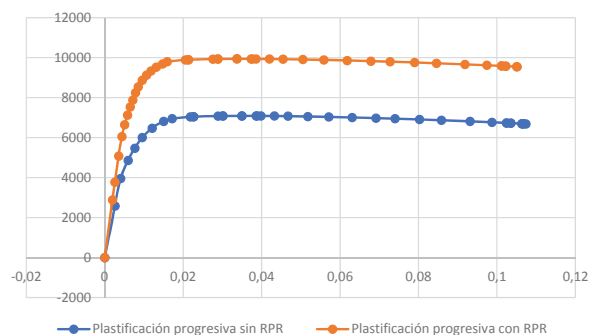
KBp-T: 4.70 kN/mm KBp-C: 7.95 kN/mm

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta																					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEJO 2.3		Plasticación progresiva por nivel Estructura sin disipadores en Y - Edificio de 8 pisos																		2020		
Paso	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]		
0	0,000001208	-0,022	2,6832E-06	-0,041	2,9816E-06	-0,039	2,9934E-06	-0,037	3,1338E-06	-0,026	3E-06	-0,018	0,0000028	-0,012	0,0000022	-0,004						
1	0,00025846	2585,589	0,00045362	2560,819	0,00048482	2481,837	0,004634	2326,065	0,0041386	2073,844	0,0034088	1707,303	0,0024692	1209,854	0,0014668	565,851						
2	0,00040156	3957,887	0,0072636	3919,986	0,0079756	3799,067	0,0076072	3560,615	0,0068966	3174,532	0,0056728	2613,451	0,003922	1851,979	0,002279	866,175						
3	0,00059436	4860,888	0,0118802	4814,281	0,0140142	4665,761	0,013695	4372,943	0,012085	3898,822	0,0093174	3209,753	0,005839	2274,532	0,0030698	1063,797						
4	0,00076622	5470,108	0,0158402	5417,717	0,0189782	5250,595	0,018803	4921,039	0,0166888	4387,447	0,0128652	3612,005	0,0079056	2559,587	0,0039284	1197,124						
5	0,0009536	6010,624	0,0196376	5952,999	0,0236056	5769,382	0,0235562	5407,338	0,0210448	4821,087	0,0163982	3969,035	0,0102398	2812,586	0,005042	1315,438						
6	0,012062	6474,838	0,0238062	6412,88	0,0284618	6215,081	0,0283816	5824,971	0,0253008	5193,339	0,0197932	4275,444	0,0125564	3029,723	0,006201	1417,007						
7	0,0149966	6815,351	0,0284502	6750,275	0,0338328	6542,124	0,033582	6131,525	0,0296104	5466,66	0,0230068	4500,453	0,0147392	3189,165	0,0073688	1491,578						
8	0,0171848	6948,107	0,0315472	6882,267	0,037261	6670,043	0,0368284	6251,407	0,0322502	5573,546	0,0248888	4588,449	0,0159712	3251,519	0,0080754	1520,739						
9	0,0218212	7041,182	0,0368984	6973,8	0,0424196	6758,737	0,0413344	6334,458	0,0357196	5647,577	0,0272254	4649,4	0,0174708	3294,72	0,0090256	1540,946						
10	0,022626	7049,183	0,0377726	6981,809	0,0432248	6766,577	0,0420222	6341,878	0,0362524	5654,244	0,027587	4654,869	0,017697	3298,577	0,0091694	1542,745						
11	0,022626	7049,183	0,0377726	6981,809	0,0432248	6766,577	0,0420222	6341,878	0,0362524	5654,244	0,027587	4654,869	0,017697	3298,577	0,0091694	1542,745						
12	0,0288536	7078,697	0,0443604	7011,006	0,0490406	6794,781	0,0468298	6368,296	0,0398686	5677,749	0,0299704	4674,227	0,0191482	3312,314	0,0100694	1549,173						
13	0,030104	7083,83	0,0456872	7016,11	0,0502194	6799,831	0,0478092	6373,122	0,0406126	5682,095	0,0304666	4677,77	0,0194374	3314,802	0,0102436	1550,333						
14	0,030104	7083,83	0,0456872	7016,11	0,0502194	6799,831	0,0478092	6373,122	0,0406126	5682,095	0,0304666	4677,77	0,0194374	3314,802	0,0102436	1550,333						
15	0,0349686	7090,298	0,0507668	7022,44	0,054653	6805,849	0,0514566	6378,636	0,0433872	5686,965	0,0323418	4681,644	0,0205104	3317,568	0,0108938	1551,695						
16	0,0349686	7090,298	0,0507668	7022,44	0,054653	6805,849	0,0514566	6378,636	0,0433872	5686,965	0,0323418	4681,644	0,0205104	3317,568	0,0108938	1551,695						
17	0,0385818	7089,569	0,0545272	7021,717	0,0579446	6805,128	0,0541784	6377,976	0,0455068	5686,376	0,0338282	4681,023	0,0212576	3317,356	0,0113302	1551,535						
18	0,0388226	7089,587	0,0547804	7021,763	0,0581674	6805,206	0,0543646	6378,078	0,0456538	5686,481	0,0339338	4681,422	0,0213082	3317,399	0,0113582	1551,554						
19	0,0398096	7088,766	0,0558078	7021,047	0,059064	6804,537	0,0551054	6377,445	0,0462354	5685,913	0,0343456	4680,949	0,0215052	3317,065	0,0114668	1551,396						
20	0,0432468	7084,108	0,0593992	7016,373	0,0622228	6800,089	0,0577532	6373,366	0,0483594	5682,326	0,0358772	4677,986	0,022156	3314,917	0,0118094	1550,386						
21	0,0467072	7076,133	0,0630198	7008,399	0,0654252	6792,218	0,0604748	6365,904	0,0505944	5675,609	0,0375412	4672,476	0,0228624	3311,075	0,0121708	1548,596						
22	0,0517686	7059,272	0,0683154	6991,716	0,070117	6776,056	0,064494	6350,73	0,0539368	5661,996	0,0399508	4661,344	0,0237446	3303,183	0,0126188	1544,905						
23	0,0571144	7036,275	0,073923	6968,956	0,0751242	6754,043	0,0688564	6330,111	0,05761	5643,71	0,0424032	4646,15	0,0245152	3292,466	0,012997	1539,887						
24	0,0630596	7006,396	0,0801718	6939,346	0,0807338	6725,3	0,0737948	6303,067	0,0618162	5619,674	0,0451744	4626,431	0,025365	3278,439	0,013405	1533,335						
25	0,069123	6975,762	0,0865444	6909,142	0,0864548	6696,203	0,0788192	6275,982	0,0659828	5595,386	0,0478102	4606,695	0,0262468	3264,314	0,0138286	1526,703						
26	0,0740104	6948,151	0,0916836	6881,731	0,091086	6669,596	0,0829086	6251,032	0,0693062	5573,268	0,0497678	4588,243	0,0268452	3251,318	0,0140886	1520,631						
27	0,0802372	6909,652	0,0982252	6843,525	0,096985	6632,44	0,088132	6215,696	0,0734916	5542,078	0,0519578	4562,573	0,0275062	3233,179	0,014376	1512,162						
28	0,0858218	6870,278	0,1040782	6804,576	0,102672	6594,755	0,0927868	6180,856	0,0769376	5510,122	0,0536434	4536,887	0,027999	3214,916	0,0145602	1503,582						
29	0,093117	6814,749	0,1116772	6749,625	0,1090858	6541,469	0,0987538	6130,899	0,081192	5466,072	0,0556678	4500,051	0,028591	3188,858	0,0147654	1491,425						
30	0,098695	6770,992	0,1174798	6706,193	0,1142902	6499,341	0,1032996	6091,345	0,0843508	5430,863	0,0571494	4470,99	0,0290254	3168,29	0,0148958	1481,815						
31	0,1024374	6738,426	0,1213386	6673,938	0,1177234	6468,079	0,1062596	6062,022	0,0862224	5404,747	0,0579738	4449,489	0,0292388	3153,054	0,014947	1474,689						
32	0,1024444	6738,333	0,1213456	6673,851	0,1177298	6468,016	0,1062652	6061,979	0,0862268	5404,734	0,0579766	4449,491	0,0292398	3153,064	0,0149478	1474,695						
33	0,1034838	6728,133	0,1224062	6663,783	0,1186654	6458,286	0,107059	6052,945	0,0866626	5396,562	0,0581394	4442,857	0,0292692	3148,312	0,0149486	1472,462						
34	0,1035154	6727,669	0,1224388	6663,366	0,1186958	6457,977	0,107086	6052,739	0,0866822	5396,479	0,058151	4442,853	0,0292738	3148,347	0,01495	1472,484						
35	0,106293	6699,095	0,1252608	6634,996	0,1211738	6430,358	0,1091866	6026,755	0,0878406	5373,268	0,058575	4423,575	0,0293132	3134,679	0,014945	1466,086						
36	0,106389	6697,656	0,125361	6633,727	0,1212654	6429,428	0,1092696	6026,131	0,087899	5373,024	0,0586108	4423,574	0,0293256	3134,79	0,0149476	1466,163						
37	0,106715	6694,768	0,1256884	6630,692	0,1215486	6426,165	0,1095022	6022,794	0,088012	5369,772	0,0586446	4420,679	0,0293252	3132,63	0,014946	1465,138						
38	0,106728	6694,576	0,125702	6630,521	0,121561	6426,039	0,1095136	6022,715	0,0880194	5369,747	0,0586484	4420,688	0,0293258	3132,651	0,0149462	1465,15						
39	0,1073604	6687,952	0,126345	6624,01	0,122127	6419,806	0,1099912	6016,952	0,0882578	5364,627	0,0587382	4416,468	0,0293334	3129,592	0,0149434	1463,706						

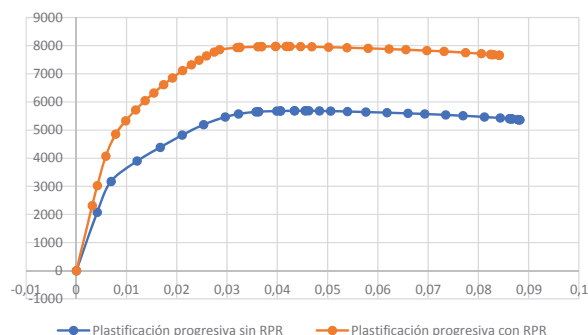
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA																
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta																
ANEJO 2.3																
Plastificación progresiva por nivel Estructura con disipadores en Y - Edificio de 8 pisos																
Paso	N1		N2		N3		N4		N5		N6		N7		N8	
	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]
0	-9,5284E-07	4,334E-05	-1,88316E-06	0,00107978	-0,000001629	0,00306122	-1,1118E-06	0,001036588	-6,096E-07	0,003016532	-8,9E-08	0,001001995	3,884E-07	-0,00100701	9,474E-07	0,000988258
1	0,001945	2886,202	0,0031968	2858,581	0,0033888	2770,404	0,0033256	2596,508	0,0031438	2314,954	0,002704	1905,8	0,002073	1350,512	0,0013446	631,637
2	0,0025792	3773,098	0,0042576	3736,976	0,0045092	3621,7	0,0044132	3394,376	0,0041632	3026,308	0,0035646	2491,434	0,0027176	1765,512	0,0017528	825,733
3	0,0035458	5079,877	0,0058942	5030,925	0,0062438	4875,798	0,0061114	4569,856	0,005864	4074,319	0,0050168	3354,33	0,0037166	2377,14	0,0023636	1111,835
4	0,004349	6055,401	0,0075032	5997,455	0,0082024	5812,451	0,0080658	5447,611	0,0078066	4856,898	0,0066358	3998,472	0,0047172	2833,45	0,002908	1325,208
5	0,005046	6643,968	0,00911	6580,365	0,0102968	6377,369	0,0102304	5977,077	0,009809	5328,973	0,008149	4387,123	0,0055964	3108,861	0,0033438	1454,015
6	0,005793	7128,041	0,010776	7059,824	0,0123514	6842,05	0,0123426	6412,588	0,0117808	5717,248	0,0096532	4706,765	0,0064742	3335,369	0,003734	1559,957
7	0,0064898	7536,174	0,0123452	7464,016	0,014289	7233,755	0,014346	6779,715	0,013665	6044,59	0,011432	4976,267	0,0074048	3526,353	0,004231	1724,812
8	0,007117	7881,347	0,013776	7805,93	0,0160706	7565,13	0,0161972	7090,27	0,0154044	6321,452	0,0125308	5204,183	0,0082958	3687,86	0,0046742	1724,812
9	0,0078244	8244,953	0,0153874	8166,115	0,0180868	7914,232	0,018294	7417,459	0,017367	6613,137	0,0140912	5444,298	0,0092936	3858,011	0,0051646	1804,399
10	0,0085206	8547,128	0,0168942	8465,358	0,0199176	8204,24	0,0201756	7689,264	0,0191142	6855,471	0,015478	5643,802	0,0101838	3999,384	0,0056036	1870,517
11	0,009531	8869,527	0,018765	8784,568	0,0220804	8513,663	0,0223552	7979,331	0,0211184	7114,089	0,017072	5856,709	0,0112278	4150,249	0,006132	1941,07
12	0,0106408	9127,975	0,020649	9040,647	0,0241396	8761,791	0,0243208	8211,819	0,0228768	7321,363	0,0184622	6027,348	0,012153	4271,176	0,0066206	1997,638
13	0,011765	9335,574	0,022427	9246,083	0,0260322	8960,792	0,0260436	8398,46	0,0243844	7487,955	0,0196468	6164,606	0,0129424	4368,429	0,0070458	2043,074
14	0,013145	9524,855	0,02447	9433,732	0,0281308	9142,754	0,0278542	8568,882	0,0259038	7639,7	0,0208156	6289,424	0,0137176	4456,891	0,0074722	2084,494
15	0,0147	9691,24	0,026674	9598,564	0,0303794	9302,503	0,0297706	8718,604	0,0274198	7773,196	0,0219502	6399,323	0,0144664	4534,772	0,0079032	2120,921
16	0,0159048	9799,075	0,0283176	9705,324	0,0320388	9405,96	0,03117	8815,5	0,0284928	7859,625	0,0227406	6470,476	0,0149888	4585,193	0,0082136	2144,505
17	0,0205412	9892,15	0,0336688	9796,857	0,0371974	9494,654	0,035676	8898,551	0,0319622	7933,656	0,0250772	6531,427	0,0164884	4628,394	0,0091638	2164,712
18	0,021346	9900,151	0,034543	9804,866	0,0380026	9502,494	0,0363638	8905,971	0,032495	7940,323	0,0254388	6536,896	0,0167146	4632,251	0,0093076	2166,511
19	0,021346	9900,151	0,034543	9804,866	0,0380026	9502,494	0,0363638	8905,971	0,032495	7940,323	0,0254388	6536,896	0,0167146	4632,251	0,0093076	2166,511
20	0,0275736	9929,665	0,0411308	9834,063	0,0438184	9530,698	0,0411714	8932,389	0,0361112	7963,828	0,0278222	6556,254	0,0181658	4645,988	0,0102076	2172,939
21	0,028824	9934,798	0,0424576	9839,167	0,0449972	9535,748	0,0421508	8937,215	0,0368552	7968,174	0,0283184	6559,797	0,018455	4648,476	0,0103818	2174,099
22	0,028824	9934,798	0,0424576	9839,167	0,0449972	9535,748	0,0421508	8937,215	0,0368552	7968,174	0,0283184	6559,797	0,018455	4648,476	0,0103818	2174,099
23	0,0336886	9941,266	0,0475372	9845,497	0,0494308	9541,766	0,0457982	8942,729	0,0396298	7973,044	0,0301936	6563,671	0,019528	4651,242	0,011032	2175,461
24	0,0336886	9941,266	0,0475372	9845,497	0,0494308	9541,766	0,0457982	8942,729	0,0396298	7973,044	0,0301936	6563,671	0,019528	4651,242	0,011032	2175,461
25	0,0373018	9940,537	0,0512976	9844,774	0,0527224	9541,045	0,04852	8942,069	0,0417494	7972,455	0,03168	6563,05	0,0202752	4651,03	0,0114684	2175,301
26	0,0375426	9940,555	0,0515508	9844,82	0,0529452	9541,123	0,0487062	8942,171	0,0418964	7972,56	0,0317856	6563,449	0,0203258	4651,073	0,0114964	2175,32
27	0,0385296	9939,734	0,0525782	9844,104	0,0538418	9540,454	0,049447	8941,538	0,042478	7971,992	0,0321974	6562,976	0,0205228	4650,739	0,011605	2175,162
28	0,0419668	9935,076	0,0561696	9839,43	0,0570006	9536,006	0,0520948	8937,459	0,044602	7968,405	0,033729	6560,013	0,0211736	4648,591	0,0119476	2174,152
29	0,0454272	9927,101	0,0597902	9831,456	0,060203	9528,135	0,0548164	8929,997	0,046837	7961,688	0,035393	6554,503	0,02188	4644,749	0,012309	2172,362
30	0,0504886	9910,24	0,0650858	9814,773	0,0648948	9511,973	0,0588356	8914,823	0,0501794	7948,075	0,0378026	6543,371	0,0227622	4636,857	0,012757	2168,671
31	0,0583444	9887,243	0,0706934	9792,013	0,069902	9489,96	0,063198	8894,204	0,0538526	7929,789	0,040255	6528,177	0,0235328	4626,14	0,0131352	2163,653
32	0,0617796	9857,364	0,0769422	9762,403	0,0755116	9461,217	0,0681364	8867,16	0,0580588	7905,753	0,0430262	6508,458	0,0243826	4612,113	0,0135432	2157,101
33	0,067843	9826,73	0,0833148	9732,199	0,0812326	9432,12	0,0731608	8840,075	0,0622254	7881,465	0,045662	6486,722	0,0252644	4597,988	0,0139668	2150,469
34	0,0727304	9799,119	0,088454	9704,788	0,0858638	9405,513	0,0772502	8815,125	0,0655488	7859,347	0,0476196	6470,27	0,0258628	4584,992	0,0142368	2144,397
35	0,0789572	9760,62	0,0949956	9666,582	0,0917628	9368,357	0,0824736	8779,789	0,0697342	7828,157	0,0498096	6444,6	0,0265238	4566,853	0,0145142	2135,928
36	0,0845418	9721,246	0,1008486	9627,633	0,097045	9330,672	0,0871284	8744,949	0,0731802	7796,201	0,0514952	6418,914	0,0270166	4548,59	0,0146984	2127,348
37	0,091837	9665,717	0,1084476	9572,682	0,1038636	9277,386	0,0930954	8694,992	0,0774346	7752,943	0,0535196	6382,078	0,0276086	4522,532	0,0149036	2115,191
38	0,097415	9621,96	0,1142502	9529,25	0,109068	9235,258	0,0976412	8655,438	0,0805934	7716,942	0,0550012	6353,017	0,028043	4501,964	0,015034	2105,581
39	0,1011574	9589,394	0,118109	9496,995	0,1125076	9203,936	0,1060612	8626,012	0,0824694	7690,813	0,0558256	6331,516	0,0282564	4486,738	0,0150852	2098,455
40	0,1011644	9589,301	0,118116	9496,908	0,1125076	9203,933	0,106068	8626,072	0,0824694	7690,813	0,0558256	6331,518	0,0282574	4486,738	0,015086	2098,461
41	0,1022038	9579,101	0,1191766	9486,84	0,1134432	9194,203	0,1014066	8617,038	0,0829052	7682,641	0,0559912	6324,884	0,0282868	4481,986	0,0150868	2096,228
42	0,1022354	9578,637	0,1192092	9486,423	0,1134736	9193,894	0,1014276	8616,832	0,0829248	7682,558	0,0560028	6324,88	0,0282914	4482,021	0,0150882	2096,25
43	0,105013	9550,063	0,1220312	9458,053	0,1159516	9166,275	0,1035282	8590,848	0,0840832	7659,347	0,0564268	6305,602	0,0283308	4468,353	0,0150832	2089,852
44	0,105109	9548,624	0,1221314	9456,784	0,1160432	9165,345	0,1036112	8590,224	0,0841416	7659,103	0,0564626	6305,601	0,0283432	4468,464	0,0150858	2089,929



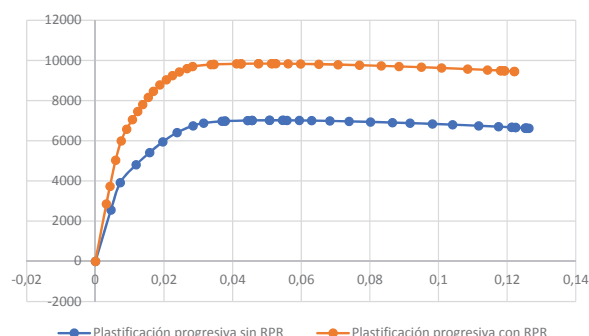
Nivel 1



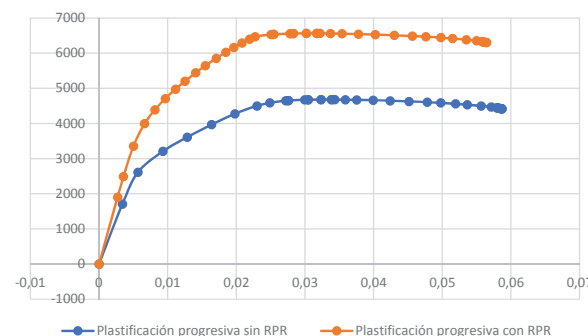
Nivel 5



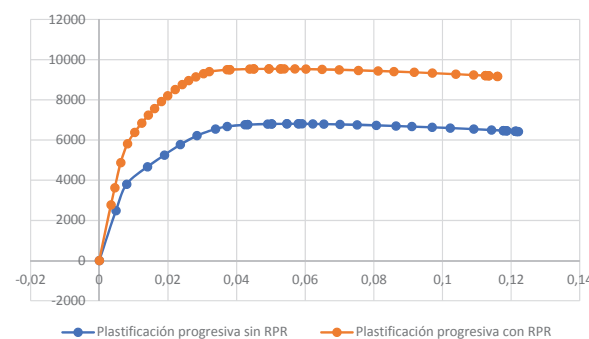
Nivel 2



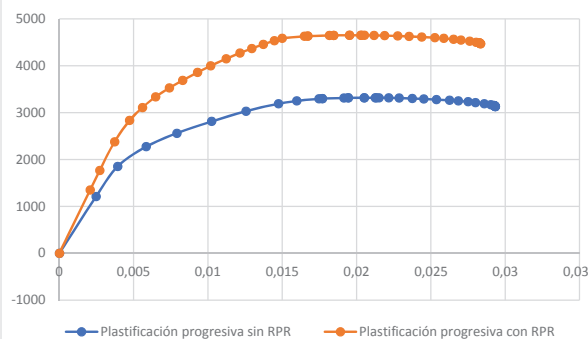
Nivel 6



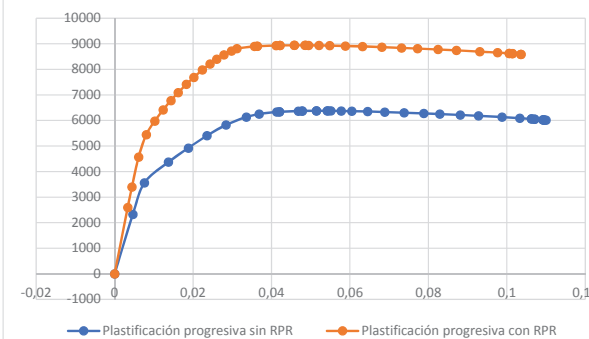
Nivel 3



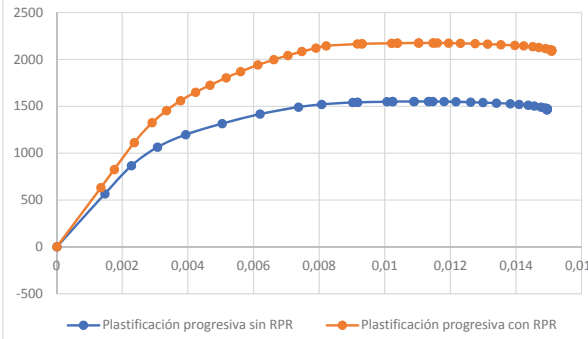
Nivel 7




Nivel 4

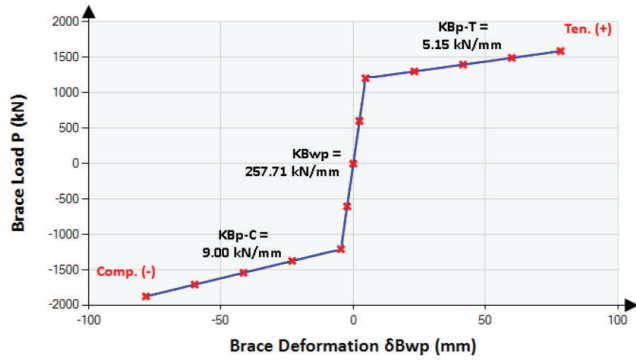


Nivel 8



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta						 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA		
ANEXO 2.3	Aplicación metodología de Oviedo para definición de disipadores en Y					2020		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Δ_{FC} [m]	0,0026	0,0045	0,0048	0,0046	0,0041	0,0034	0,0025	0,0015
Q_{FC} [kN]	2585,6	2560,8	2481,8	2326,1	2073,8	1707,3	1209,9	565,9
K_{FC} [kN/m]	1000383	564530	511909	501956	501098	500852	489978	385772
Δ_{FY} [m]	0,0071	0,0121	0,0126	0,0119	0,0105	0,0085	0,0061	0,0038
Q_{FY} [kN]	7074,8	6807,8	6440,5	5961,2	5262,7	4278,3	2977,3	1453,3
K_{eq} [kN/m]	1000383	564530	511909	501956	501098	500852	489978	385772
α (Q_{FC}/Q_{FY})	0,365	0,376	0,385	0,390	0,394	0,399	0,406	0,389
		n	4					
		v	0,3	β'	0,54	β	0,35	
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
Δ_{DY} [mm]	2,1216	3,6178	3,7744	3,5628	3,1507	2,5626	1,8229	1,1302
Q_{DY} [kN]	3809,5	3665,7	3468,0	3209,9	2833,8	2303,7	1603,1	782,5
K_D [kN/m]	1795558,6	1013258,2	918810,9	900947,0	899406,6	898964,4	879447,9	692412,1
Riostras								
H	3,00	B	3,00	Lb	4,24	θ	0,79	
	Lbp							
L_{bp} [m]	2,600	2,600	2,600	2,600	1,900	1,900	1,900	1,900
A_{bp} [mm ²]	3500,0	3500,0	3500,0	3500,0	2300,0	2300,0	2300,0	2300,0
K_{bpi} [kN/m]	269230,7692	269230,7692	269230,7692	269230,7692	242105,2632	242105,2632	242105,2632	242105,2632
T_Y [kN]	1206,6	1206,6	1206,6	1206,6	792,9	792,9	792,9	792,9
Δ_{bp} [mm]	4,4815927	4,4815927	4,4815927	4,4815927	3,27501005	3,27501005	3,27501005	3,27501005
Ratio	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
K_{bpf} [kN/m]	5384,615385	5384,615385	5384,615385	5384,615385	4842,105263	4842,105263	4842,105263	4842,105263
Tmax	1592,689098	1592,689098	1592,689098	1592,689098	1046,624264	1046,624264	1046,624264	1046,624264
Δ_{bp} [mm]	76,1870759	76,1870759	76,1870759	76,1870759	55,67517085	55,67517085	55,67517085	55,67517085
$Q_{DY \text{ OBJ}}$ [kN]	3412,731096	3412,731096	3412,731096	3412,731096	2242,651863	2242,651863	2242,651863	2242,651863
	Lb							
L_b [m]	0,821	0,821	0,821	0,821	1,171	1,171	1,171	1,171
A_b [mm ²]	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0
K_{bi} [kN/m]	9253393,1	9253393,1	9253393,1	9253393,1	6488404,339	6488404,339	6488404,339	6488404,339
T_Y [kN]	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Δ_b [mm]	1,415701252	1,415701252	1,415701252	1,415701252	2,018992577	2,018992577	2,018992577	2,018992577
$\Delta_{b \text{ en Tybp}}$ [mm]	0,130393536	0,130393536	0,130393536	0,130393536	0,122202182	0,122202182	0,122202182	0,122202182
	0,632681922	1,078847723	1,125559187	1,062448164	1,266064794	1,029738697	0,732496582	0,454134452
	Lbeq							
K_{beqi} [kN/m]	254425,5643	254425,5643	254425,5643	254425,5643	225292,3574	225292,3574	225292,3574	225292,3574
Δ_{bei} [mm]	4,742379773	4,742379773	4,742379773	4,742379773	3,519414415	3,519414415	3,519414415	3,519414415
K_{beqf} [kN/m]	5378,355977	5378,355977	5378,355977	5378,355977	4834,888992	4834,888992	4834,888992	4834,888992
Δ_{bef} [mm]	76,53131484	76,53131484	76,53131484	76,53131484	55,99778461	55,99778461	55,99778461	55,99778461
MENOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR
K_{si} [kN/m]	1017702,26	1017702,26	1017702,26	1017702,26	901169,43	901169,43	901169,43	901169,43
K_{sf} [kN/m]	21513,4	21513,4	21513,4	21513,4	19339,6	19339,6	19339,6	19339,6
Δ [mm]	3,3534	3,3534	3,3534	3,3534	2,4886	2,4886	2,4886	2,4886

NIVELES 1 A 4



BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	8Py1-4	Le1:	248 mm
H:	3'000 mm	Le2:	248 mm
L:	3'000 mm	Lp:	2'606 mm
E:	200'000 MPa	λp :	0.72
Lb:	3'600 mm	$\alpha 1$:	10.86
Ep:	0.0200	$\alpha 2$:	10.86
$\lambda 1$:	.069	Py:	1'208 kN
$\lambda 2$:	.069	θ :	45
Ae1:	38'000 mm ²	δB -ep:	52.29 mm
Ae2:	38'000 mm ²	ΔB -ep:	73.94 mm
Ap:	3'500 mm ²	Lwp:	4'243 mm
Fysc:	345 MPa	Lc:	321 mm
α :	35.00	λc :	0.09
$\Sigma \lambda$:	1.18	Ltotal:	4'243 mm
α_{min} :	14.04	Acmin:	49'155 mm ²
Ac:	122'500 mm ²	δB_{wp} :	52.32 mm
$\delta B_{wp}/\delta B$:	1.00	ΔB_{wp} :	73.99 mm
Kc:	76'247.90 kN/mm	β :	1.164
βw :	1.435		

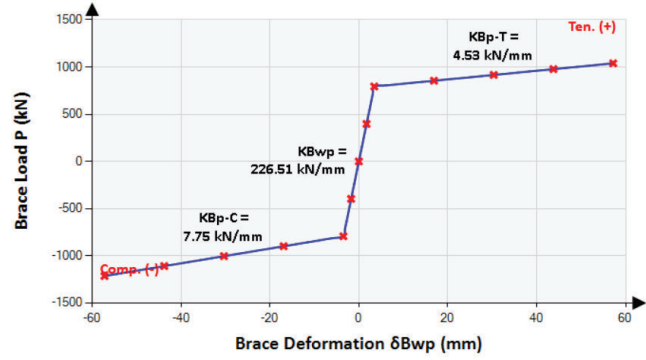
Theoretical Total Elastic Stiffness

KB: 259.46 kN/mm KBwp: 257.71 kN/mm KBwp/KB: 0.99 KF: 1.56

Post-elastic Stiffness

KBp-T: 5.15 kN/mm KBp-C: 9.00 kN/mm

NIVELES 5 A 8




BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	8Py5-8	Le1:	425 mm
H:	3'000 mm	Le2:	425 mm
L:	3'000 mm	Lp:	1'901 mm
E:	200'000 MPa	λp :	0.53
Lb:	3'600 mm	$\alpha 1$:	15.22
Ep:	0.0200	$\alpha 2$:	15.22
$\lambda 1$:	.118	Py:	794 kN
$\lambda 2$:	.118	θ :	45
Ae1:	35'000 mm ²	δB -ep:	38.21 mm
Ae2:	35'000 mm ²	ΔB -ep:	54.04 mm
Ap:	2'300 mm ²	Lwp:	4'243 mm
Fysc:	345 MPa	Lc:	321 mm
α :	35.00	λc :	0.09
$\Sigma \lambda$:	1.18	Ltotal:	4'243 mm
α_{min} :	11.51	Acmin:	26'474 mm ²
Ac:	80'500 mm ²	δB_{wp} :	38.24 mm
$\delta B_{wp}/\delta B$:	1.00	ΔB_{wp} :	54.08 mm
Kc:	50'105.76 kN/mm	β :	1.141
βw :	1.385		

Theoretical Total Elastic Stiffness

KB: 228.58 kN/mm KBwp: 226.51 kN/mm KBwp/KB: 0.99 KF: 2.09

Post-elastic Stiffness

KBp-T: 4.53 kN/mm KBp-C: 7.75 kN/mm


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de dispersión de energía R en zona de amenaza sísmica alta																								 UNIVERSIDAD NACIONAL de CHIMBO			
ANEXO 2.5			Cálculo de derivadas - Matriz η max X (Slabmo de diseño)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
U1 198	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U2 198	0	4.899	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
R3 198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U1 197	0	0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U2 197	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
R3 197	0	0	0	0	0.256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U1 196	0	0	0	0	0	0.047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U2 196	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
R3 196	0	0	0	0	0	0	0	0.051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U1 195	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
R3 195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U2 195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
R3 195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U1 194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.014	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U2 194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
R3 194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0			
U1 193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U2 193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.012	0	0	0	0	0	0	0			
R3 193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0			
U1 192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0	0	0	0	0	0			
U2 192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0	0	0	0	0			
R3 192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0	0	0			
U1 191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0			
U2 191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0	0.002			
R3 191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			


Cálculo de derivas - Desplazamientos en X por modo (Sismo de diseño)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	U Sismo X	
U1 198	2.72E-07	-9.72E-02	-5.25E-03	3.56E-08	-5.07E-03	-2.35E-04	-1.32E-08	1.01E-03	-4.43E-05	-2.99E-04	-9.54E-09	-2.67E-04	-2.67E-04	2.66E-08	-2.57E-04	2.94E-04	-7.86E-06	-7.80E-06	2.28E-04	8.95E-06	1.65E-04	1.65E-04	1.69E-04	9.88E-06	1.13E-05	0.00975
U2 198	1.76E-04	-4.61E-07	1.65E-04	1.39E-05	7.93E-09	1.40E-05	-3.07E-06	-1.40E-08	4.95E-06	6.34E-05	-1.13E-06	6.53E-09	8.34E-09	3.32E-05	-2.77E-06	6.38E-07	-9.75E-06	8.07E-06	5.70E-08	9.60E-07	3.15E-07	2.59E-06	-2.59E-06	-1.36E-05	-1.84E-06	0.0003
R3 198	8.78E-08	1.99E-07	-1.75E-03	1.19E-08	-5.46E-08	-7.84E-05	-4.35E-09	8.89E-09	-1.48E-05	1.60E-07	-3.14E-09	-4.44E-10	-3.16E-09	9.29E-09	1.37E-08	2.38E-09	-3.12E-06	-2.56E-08	-8.04E-08	3.03E-06	1.20E-07	6.65E-08	3.31E-06	3.78E-06	0.0018	
U1 197	2.63E-07	-9.26E-02	-4.98E-03	2.72E-08	-3.41E-03	-1.58E-04	-4.97E-08	2.21E-04	-1.02E-05	1.35E-04	1.89E-09	1.07E-04	9.14E-05	-1.30E-08	2.17E-05	-2.43E-05	1.36E-05	2.18E-07	2.40E-05	9.45E-06	7.08E-05	1.70E-07	6.01E-05	-6.18E-06	-4.23E-06	0.00928
U2 197	1.66E-04	-4.55E-07	1.50E-04	9.08E-06	2.46E-09	7.17E-06	-5.96E-07	9.33E-10	-1.26E-07	-2.65E-05	4.69E-07	-3.33E-09	-3.44E-09	-2.35E-08	1.83E-07	9.96E-08	-3.18E-06	1.39E-06	8.49E-09	1.31E-06	2.52E-08	3.53E-07	-3.89E-06	1.02E-06	0.0002	
R3 197	8.77E-08	2.16E-07	-1.66E-03	9.08E-09	-3.59E-08	-5.27E-05	-1.71E-09	1.80E-09	-3.42E-06	-2.68E-08	6.39E-10	2.05E-10	1.42E-09	-4.42E-09	5.55E-09	-1.26E-09	1.29E-06	7.28E-08	3.72E-09	-3.13E-06	-5.51E-08	-2.56E-08	-2.06E-06	-1.41E-06	0.0017	
U1 196	2.46E-07	-8.46E-02	-4.53E-03	9.78E-09	-8.07E-04	-3.65E-05	7.45E-09	-6.56E-04	2.94E-05	2.70E-04	9.41E-09	2.66E-04	2.58E-04	-3.90E-08	2.15E-04	-2.05E-04	1.29E-05	1.46E-07	-1.60E-04	1.34E-05	-1.51E-04	1.44E-06	-1.19E-05	-1.16E-05	0.00848	
U2 196	1.51E-04	-4.22E-07	1.33E-04	1.87E-06	-1.44E-09	-4.66E-07	2.05E-06	9.71E-09	-3.20E-06	-6.34E-05	1.10E-06	-6.00E-09	-8.09E-09	-2.88E-06	2.28E-06	-7.98E-07	5.70E-06	-6.61E-06	-5.41E-08	1.11E-06	3.19E-08	1.44E-06	1.07E-05	1.51E-06	0.0002	
R3 196	8.09E-08	2.28E-07	-1.51E-03	3.23E-08	-1.01E-08	-1.22E-05	2.48E-09	-5.48E-09	9.81E-06	-1.76E-07	3.14E-09	2.15E-12	3.27E-09	-1.30E-08	1.53E-08	-5.80E-09	4.32E-06	4.85E-08	4.20E-09	-4.50E-06	-1.42E-07	-7.75E-08	-3.96E-06	-3.88E-06	0.0015	
U1 195	2.11E-07	-7.35E-02	-3.92E-03	-1.05E-08	2.02E-03	9.47E-05	1.30E-08	-9.25E-04	4.21E-05	-2.34E-05	2.55E-09	7.90E-07	1.04E-05	-2.25E-09	4.87E-05	-5.08E-05	-6.54E-06	-1.30E-07	-6.98E-05	3.13E-06	-1.04E-04	9.49E-07	-1.03E-04	9.96E-07	-5.32E-07	0.0736
U2 195	1.30E-04	-3.69E-07	1.10E-04	-5.80E-06	-4.43E-09	-7.27E-06	2.78E-06	9.43E-08	-2.82E-06	-7.59E-08	-3.06E-08	3.74E-10	1.02E-09	-8.46E-07	1.39E-07	-1.52E-07	4.44E-06	-3.09E-06	1.05E-08	9.10E-07	3.37E-08	-2.12E-06	6.35E-06	-4.62E-07	0.0002	
R3 195	7.14E-08	2.28E-07	-1.31E-03	-3.53E-09	1.46E-08	3.16E-05	4.35E-09	-7.15E-09	1.40E-05	-6.04E-08	8.49E-10	-2.46E-09	8.18E-10	-7.89E-10	7.24E-10	1.57E-09	-2.16E-06	-4.34E-08	2.74E-09	1.01E-06	-4.09E-08	-3.98E-08	3.12E-07	-1.79E-07	0.0013	
U1 194	1.76E-07	-5.97E-02	-3.17E-03	-2.72E-08	4.13E-03	1.93E-04	7.30E-09	-3.57E-09	1.68E-05	-2.95E-04	-7.45E-09	-2.71E-04	-2.56E-04	4.21E-08	-1.90E-04	1.72E-04	-1.80E-05	-2.39E-07	1.28E-04	1.62E-05	1.21E-04	1.20E-04	1.29E-05	1.16E-05	0.0059	
U2 194	1.05E-04	-3.01E-07	-1.96E-03	-3.42E-08	-1.14E-05	-5.65E-09	1.08E-05	9.87E-07	2.82E-09	9.16E-08	-1.14E-06	6.93E-09	9.16E-09	2.51E-06	-2.55E-06	9.55E-07	-3.78E-06	-7.80E-08	1.58E-09	5.41E-06	9.30E-08	3.21E-08	4.32E-06	3.89E-06	0.0011	
R3 194	5.98E-08	2.12E-07	-2.35E-03	-9.08E-09	3.10E-08	6.43E-05	2.48E-09	-2.65E-09	5.02E-04	-2.22E-05	-1.32E-04	-3.38E-09	-1.25E-04	2.48E-08	-1.03E-04	8.95E-05	-6.24E-06	-6.24E-08	8.15E-05	7.18E-06	1.05E-04	1.04E-04	6.18E-06	5.96E-06	0.0444	
U2 193	1.41E-07	-4.41E-02	-2.98E-05	-1.30E-05	-5.53E-08	-1.01E-05	-1.66E-06	4.98E-09	2.61E-06	2.73E-05	-4.85E-07	3.73E-09	2.90E-09	1.43E-05	-1.15E-06	4.95E-07	-3.72E-06	3.66E-06	3.21E-08	-5.05E-07	-4.53E-09	-3.10E-07	-6.54E-06	-1.93E-07	0.0001	
R3 193	7.69E-05	-2.20E-07	-7.85E-04	-1.12E-08	3.52E-08	7.53E-08	-1.16E-05	3.70E-09	-7.41E-06	1.04E-07	-1.89E-09	-4.81E-10	-1.50E-09	8.67E-09	-8.56E-09	4.65E-09	-2.10E-06	-2.05E-08	2.99E-10	2.43E-06	6.62E-08	3.70E-08	2.06E-06	1.99E-06	0.0008	
U1 192	4.77E-08	1.76E-07	-1.95E-03	-3.14E-08	3.90E-03	1.87E-04	-1.06E-08	9.48E-04	-4.27E-05	2.12E-04	3.79E-09	2.10E-04	2.02E-04	-2.60E-08	1.70E-04	-1.65E-04	1.25E-05	1.56E-07	-1.36E-04	-1.04E-05	-1.22E-04	-8.80E-06	-8.55E-06	0.00278		
U2 192	4.70E-05	-1.33E-02	-1.77E-05	-1.04E-05	-3.31E-09	-5.59E-06	-2.88E-06	-1.18E-08	2.50E-06	-4.96E-05	9.05E-07	-5.74E-09	-7.05E-09	-2.27E-06	2.01E-06	-6.29E-07	4.08E-06	5.17E-08	1.97E-09	-3.49E-06	-7.70E-08	2.26E-09	2.12E-06	9.85E-06	1.26E-06	0.0001
R3 192	3.43E-08	1.18E-07	-4.97E-04	-1.05E-08	2.77E-08	6.23E-05	-3.57E-09	6.77E-09	-1.42E-05	-7.83E-08	1.24E-09	1.83E-09	1.41E-09	-8.67E-09	1.08E-08	-1.84E-04	4.20E-06	1.51E-07	-1.52E-04	-1.29E-05	-1.57E-04	-3.34E-08	-2.95E-06	-2.85E-06	0.0005	
U1 191	5.46E-08	-1.08E-02	-6.7E-04	-1.82E-08	1.78E-03	9.05E-05	-8.23E-09	5.80E-04	-2.77E-05	2.29E-04	6.14E-09	2.26E-04	2.19E-04	-3.47E-08	1.88E-04	-1.82E-04	1.33E-05	5.17E-07	-1.52E-04	-1.49E-05	-1.57E-04	-1.57E-04	-1.03E-05	-1.01E-05	0.0110	
U2 191	1.80E-05	-5.12E-08	-5.7E-06	-4.63E-06	-1.21E-09	-3.84E-07	-1.71E-06	-9.35E-09	5.81E-07	-5.23E-05	9.36E-07	-6.75E-09	-5.63E-09	-2.51E-06	1.83E-06	-5.77E-07	5.52E-06	-6.20E-06	-3.41E-08	5.56E-07	4.42E-08	-3.41E-07	1.12E-05	7.81E-07	0.0001	
R3 191	1.82E-08	4.09E-08	-2.06E-04	-6.12E-09	1.22E-08	3.02E-05	-2.80E-05	4.44E-09	-9.24E-06	-9.69E-08	2.03E-09	2.29E-10	2.29E-09	-1.18E-08	1.19E-08	-8.63E-09	4.44E-06	5.01E-08	4.42E-09	-4.04E-06	-1.24E-07	-7.46E-08	-3.44E-06	-3.36E-06	0.0002	

Cálculo de derivas - Desplazamientos en Y por modo (Sismo de diseño)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	U Sismo Y	
U1 198	1.61E-04	-4.80E-07	-1.39E-04	1.47E-05	-7.73E-09	-9.52E-06	-4.70E-06	1.45E-08	-2.74E-07	-5.09E-05	-2.43E-06	-7.32E-09	-6.43E-09	1.98E-06	-1.10E-06	3.73E-07	-2.22E-06	-2.08E-06	7.03E-08	9.34E-07	2.54E-07	6.92E-07	6.92E-06	8.94E-06	1.28E-06	0.0002
U2 198	1.04E-01	-2.28E-12	4.35E-06	5.74E-03	1.21E-14	5.69E-07	-1.09E-03	-2.03E-13	2.75E-07	1.52E-05	-2.87E-04	1.79E-13	2.01E-13	2.47E-04	-1.19E-08	8.38E-10	-1.79E-06	2.18E-04	1.76E-11	1.00E-07	4.85E-12	1.06E-07	-1.22E-05	2.08E-07	0.1040	0.0001
R3 198	5.19E-05	9.81E-13	-4.2E-05	4.91E-06	-8.33E-14	-3.17E-06	-1.55E-06	1.28E-13	-9.16E-07	3.84E-08	-7.99E-07	-1.22E-14	-7.60E-14	6.92E-07	-5.03E-11	3.13E-12	-7.40E-07	-6.84E-07	-2.48E-12	3.16E-07	1.85E-10	2.73E-09	2.96E-06	4.28E-07	0.0001	0.0002
U1 197	1.56E-04	-4.57E-07	-1.2E-04	1.13E-05	-5.20E-09	-6.40E-06	-1.77E-06	1.39E-09	-6.34E-07	3.24E-05	4.83E-07	2.93E-09	2.20E-09	-9.69E-07	1.02E-07	3.19E-08	3.22E-06	5.84E-06	7.41E-09	-9.86E-07	1.10E-07	2.89E-06	-5.54E-06	-4.79E-07	0.0084	0.0001
U2 197	9.83E-02	-2.25E-12	3.97E-06	3.76E-03	3.74E-15	2.90E-07	-2.12E-04	-1.35E-14	-7.79E-09	-6.37E-06	1.20E-04	-9.12E-14	-8.28E-14	-1.75E-06	7.88E-10	1.31E-10	-7.54E-07	3.71E-05	2.62E-12	1.37E-07	3.87E-11	1.45E-08	-3.49E-06	1.16E-07	0.0001	0.0002
R3 197	5.18E-05	1.07E-12	-4.39E-05	3.75E-06	-5.47E-14	-2.14E-06	-6.08E-07	2.60E-14	-2.12E-07	5.42E-09	1.63E-07	5.62E-15	3.41E-14	-3.30E-07	2.38E-11	-1.66E-12	1.07E-06	1.95E-06	1.15E-12	-3.27E-07	-8.47E-11	-1.05E-09	-1.85E-06	-1.60E-07	0.0001	0.0002
U1 196	1.45E-04	-4.18E-07	-1.20E-04	4.04E-06	-1.23E-09	-1.48E-06	2.65E-06	9.48E-09	1.82E-06	6.48E-05	2.40E-06	7.31E-09	6.21E-09	-2.91E-06	9.23E-07	-2.70E-07	3.06E-06	3.89E-06	-4.95E-08	-1.40E-06	-2.32E-07	-6.19E-06	-1.06E-05	-1.32E-06	0.0083	0.0001
U2 196	8.93E-02	-2.08E-12	3.50E-06	7.73E-04	-2.19E-15	-1.89E-08	7.29E-04	1.40E-13	-1.98E-07	-1.52E-05	2.81E-04	-1.64E-13	-1.95E-13	-2.14E-04	9.76E-09	-1.05E-09	1.35E-06	-1.77E-04	-1.67E-11	1.16E-07	4.91E-11	5.90E-08	9.58E-06	1.71E-07	0.0001	0.0002
R3 196	4.78E-05	1.12E-12	-3.99E-05	1.33E-06	-1.54E-14	-4.94E-07	8.85E-07	-7.92E-14	6.07E-07	-4.22E-08	7.99E-07	5.89E-17	7.88E-14	-9.69E-07	6.56E-11	-7.61E-12	1.02E-06	1.30E-06	1.30E-12	-4.69E-07	-2.17E-10	-3.18E-09	-3.54E-06	-4.39E-07	0.0001	0.0002
U1 195	1.24E-04	-3.63E-07	-1.03E-04	-4.33E-06	3.09E-09	3.84E-06	4.65E-06	-1.34E-08	2.60E-06	-5.62E-06	6.49E-07	2.16E-11	2.50E-10	-1.67E-07	2.09E-07	-6.67E-08	-1.55E-06	-8.27E-05	3.24E-12	-9.49E-08	5.17E-11	-8.72E-08	5.68E-06	-5.23E-08	0.0071	0.0001
U2 195	7.70E-02	-1.82E-12	2.89E-06	-2.40E-03	-6.73E-15	-2.95E-07	9.89E-04	1.36E-13	-1.74E-07	-1.82E-08	-7.81E-06	1.02E-14	2.46E-14	-6.30E-05	5.96E-10	-1.99E-10	1.05E-06	-5.12E-07	1.16E-06	1.05E-07	-6.29E-11	-1.63E-09	2.80E-07	-2.03E-08	0.0001	0.0002
R3 195	4.22E-05	1.13E-12	-3.45E-05	-1.13E-05	6.30E-09	7.81E-06	2.60E-06	-5.17E-09	1.04E-06	-7.08E-05	-1.90E-06	-7.43E-09	-6.17E-09	3.14E-06	-8.15E-07	2.66E-07	-4.77E-06	-6.39E-06	3.95E-08	1.69E-06	1.85E-07	1.60E-06	1.16E-05	1.32E-06	0.0622	0.0001
U1 194	1.04E-04	-2.94E-07	-8.86E-05	-1.13E-05	6.30E-09	7.81E-06	2.60E-06	-5.17E-09	1.04E-06	-7.08E-05	-1.90E-06	-7.43E-09	-6.17E-09	3.14E-06	-8.15E-07	2.66E-07	-4.77E-06	-6.39E-06	3.95E-08	1.69E-06	1.85E-07	1.60E-06	1.16E-05	1.32E-06	0.0001	0.0002
U2 194	6.20E-02	-1.48E-12	2.16E-06	-4.71E-03	-8.61E-15	-4.39E-07	3.52E-04	4.08E-14	5.07E-09	1.52E-05	-2.89E-04	1.90E-13	2.20E-13	1.87E-04	-1.09E-08	1.21E-09	-8.97E-07	1.45E-04	2.71E-11	-1.90E-07	6.19E-11	-1.60E-06	4.72E-06	6.75E-07	0.0001	0.0002
R3 194	3.53E-05	-2.18E-07	-6.71E-05	-1.42E-05	7.34E-09	9.14E-06	8.85E-07	-3.83E-14	3.48E-07	3.50E-08	-6.33E-07	-9.28E-14	-4.97E-14	1.06E-06	-6.38E-11	7.07E-12	-1.42E-06	-2.08E-06	4.87E-13	5.64E-07	1.43E-10	1.32E-09	3.87E-06	4.40E-07	0.0001	0.0002
U2 193	8.30E-05	-1.04E-12	1.04E-04	-5.40E-03	-8.44E-15	-4.10E-07	-5.92E-04	-7.20E-14	1.61E-07	6.56E-06	-1.24E-04	1.02E-13	6.98E-14	1.07E-04	-4.92E-09	5.89E-10	-8.82E-07	9.77E-05	9.92E-12	-5.27E-08	-6.96E-12	-1.27E-08	-5.86E-06	-2.19E-08	0.0457	0.0001
R3 193	4.54E-02	-1.09E-12	1.31E-06	-4.62E-06	5.37E-14	3.05E-06	-4.14E-07	5.34E-14	-4.59E-07	2.50E-08	-4.83E-07	-1.32E-14	-3.62E-14	6.46E-07	7.29E-07	-2.22E-07	2.97E-06	4.17E-06	-4.19E-08	2.53E-07	1.02E-10	1.52E-09	1.85E-06	2.25E-07	0.0001	0.0002
U1 192	6.22E-05	-1.35E-07	-3.93E-05	-1.30E-05	5.94E-09	7.57E-06	-1.37E-08	-2.64E-06	1.55E-07	1.19E-05	9.66E-07	5.79E-09	4.86E-09	-1.94E-06	7.69E-07	-2.27E-07	2.97E-06	4.17E-06	-4.19E-08	2.53E-07	1.02E-10	1.52E-09	1.85E-06	2.25E-07	0.0001	0.0002
U2 192	2.78E-02	-6.57E-13	4.67E-07	-4.30E-03	-5.04E-15	-2.27E-07	-1.03E-03	-1.71E-13	1.55E-07	-1.19E-05	2.30E-04	-1.57E-13	-1.70E-13	-1.69E-04	8.62E-09	-8.26E-10	9.68E-07	-1.45E-04	-1.77E-11	8.44E-08	3.47E-12	8.71E-08	8.82E-06	1.42E-07	0.0281	0.0001
R3 192	2.02E-05	5.83E-13	-1.31E-05	-4.33E-06	4.23E-14	2.53E-06	-1.27E-06	9.78E-14	-8.81E-07	-1.88E-08	3.16E-07	5.01E-14	3.40E-14	-6.46E-07	4.63E-11	-2.80E-12	9.96E-07	1.38E-06	6.10E-13	-3.64E-07	-1.18E-10	-1.37E-09	-2.64E-06	-3.23E-07	0.0000	0.0001
U1 191	3.22E-05	-5.33E-08	-1.83E-05	-7.51E-06	2.72E-09	3.67E-06	-2.93E-06	8.38E-09	-1.71E-06	5.49E-05	1.56E-06	6.21E-09	5.27E-09	-2.58E-06	8.06E-07	-2.89E-07	3.15E-06	-4.69E-08	-1.26E-06	-2.41E-07	-6.45E-06	-9.23E-06	-1.14E-06	-1.14E-06	0.0001	0.0002
U2 191	1.06E-02	-2.52E-13	-1.52E-07	-1.92E-03	-1.84E-15	-1.55E-08	-6.10E-04	-1.35E-13	3.60E-08	-1.26E-05	2.39E-04	-1.85E-13	-1.39E-13	-1.87E-04	7.85E-09	-7.58E-10	1.31E-06	-1.66E-04	-1.05E-11	5.80E-08	6.80E-11	-1.40E-08	1.00E-05	8.84E-08	0.0108	0.0001
R3 191	1.08E-05	2.02E-13	-5.43E-06	-2.53E-06	1.87E-14	1.22E-06	-9.95E-07	6.42E-14	-5.72E-07	-2.33E-08	5.16E-07	6.28E-15	5.50E-14	-8.76E-07	5.11E-11	-1.13E-11	1.05E-06	1.34E-06	1.37E-12	-4.22E-07	-1.91E-10	-3.06E-09	-3.08E-06	-3.81E-07	0.0000	0.0001

ANEXO 2.5		Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARCOS																				
		Cálculo de derivas - Deriva en Y por modo (Sismo de diseño)		2020																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
U1 198	5.19E-06	-2.29E-08	-7.12E-06	3.47E-06	-2.52E-09	-3.11E-06	1.13E-08	-2.11E-06	-8.73E-05	-2.91E-06	-1.03E-08	-8.63E-09	2.95E-06	-1.21E-06	4.05E-07	-5.44E-06	-7.92E-06	6.29E-08	1.92E-06	1.44E-07	4.03E-06	1.44E-05	1.44E-05	1.76E-06
U2 198	5.55E-03	-3.08E-07	1.98E-03	8.34E-15	2.78E-07	-8.82E-04	-1.89E-13	2.83E-07	2.16E-05	-4.06E-04	2.70E-13	2.84E-13	2.49E-04	-1.27E-08	7.07E-10	-1.04E-06	1.78E-04	1.50E-11	-3.69E-08	-3.39E-11	-1.21E-07	-8.73E-06	-3.24E-07	0.006
R3 198	7.78E-08	-8.38E-14	-2.27E-06	1.16E-06	-2.85E-14	-1.04E-06	-9.40E-07	1.02E-13	-7.04E-07	4.38E-08	-9.62E-07	-1.78E-14	-1.10E-13	1.02E-06	-7.41E-11	4.79E-12	-1.81E-06	-2.63E-06	-3.63E-12	6.44E-07	2.70E-10	3.78E-09	4.80E-06	0.0060
U1 197	1.04E-05	-3.92E-08	-1.19E-05	7.22E-06	-3.97E-09	-4.93E-06	1.27E-08	-2.45E-06	-3.24E-05	-1.91E-06	-4.37E-09	-4.01E-09	1.94E-06	-8.21E-07	2.38E-07	1.57E-07	1.95E-06	5.69E-08	4.11E-07	3.42E-07	9.08E-06	5.10E-06	8.38E-07	0.0000
U2 197	8.98E-03	-1.63E-13	4.67E-07	2.98E-03	5.94E-15	3.09E-07	-9.42E-04	-1.54E-13	1.90E-07	8.84E-06	-1.61E-04	7.33E-14	1.12E-13	2.12E-04	-8.98E-09	-2.11E-06	1.18E-09	1.93E-11	2.11E-08	-1.03E-11	-4.45E-08	-1.31E-05	-5.57E-08	0.0095
R3 197	4.02E-06	-5.80E-14	-3.97E-06	2.42E-06	-3.93E-14	-1.64E-06	-1.49E-06	1.05E-13	-8.19E-07	3.68E-08	-6.36E-07	5.56E-15	-4.47E-14	6.39E-07	-4.18E-11	-2.03E-07	4.27E-08	6.49E-07	1.47E-13	1.42E-07	1.33E-10	2.13E-09	1.70E-06	0.0000
U1 196	2.07E-05	-5.51E-08	-1.63E-05	8.38E-06	-4.32E-09	-5.32E-06	3.89E-09	-7.83E-07	7.04E-05	1.75E-06	7.28E-09	5.96E-09	-2.74E-06	7.14E-07	-2.08E-07	4.61E-06	7.37E-06	-2.80E-08	-1.72E-06	-7.20E-08	-1.96E-06	-1.15E-05	-1.26E-06	0.0001
U2 196	1.23E-02	-2.60E-13	6.13E-07	3.17E-03	4.55E-15	2.76E-07	-2.60E-04	4.06E-15	-2.34E-08	-1.52E-05	-1.75E-13	-2.19E-13	-1.51E-04	9.17E-09	-8.49E-10	2.99E-07	9.39E-05	1.99E-11	2.11E-07	-2.67E-12	1.46E-07	3.30E-06	2.24E-07	0.0127
R3 196	5.60E-06	-2.18E-15	-5.43E-06	2.80E-06	-3.77E-14	-1.77E-06	6.64E-07	2.42E-14	-2.61E-07	2.77E-08	5.83E-07	6.74E-14	5.91E-14	9.10E-07	6.25E-11	-9.67E-12	1.54E-06	2.46E-06	-4.50E-13	-5.75E-07	-1.55E-09	-3.82E-06	-4.19E-07	0.0000
U1 195	2.07E-05	-6.82E-08	-1.97E-05	6.93E-06	-3.22E-09	-3.19E-06	2.05E-06	-8.20E-09	1.56E-06	6.52E-05	7.45E-09	6.42E-09	-3.30E-06	1.02E-06	-2.93E-07	2.72E-06	2.92E-06	-6.11E-08	-1.36E-06	-3.45E-07	-9.17E-06	-1.07E-05	-1.38E-06	0.0001
U2 195	1.50E-02	-3.39E-13	7.30E-07	2.31E-03	1.86E-15	1.44E-07	6.38E-04	9.56E-14	-1.80E-07	-1.52E-05	2.81E-04	-1.80E-13	-1.96E-13	-3.10E-06	1.15E-08	-1.41E-09	1.95E-06	-2.28E-04	-2.39E-11	9.49E-08	-1.02E-11	7.31E-08	1.35E-05	0.0152
R3 195	6.83E-06	-2.15E-05	-2.66E-08	2.29E-06	-2.50E-14	-1.32E-06	6.64E-07	-6.51E-14	5.20E-07	-4.35E-08	8.49E-07	2.54E-14	6.93E-14	-1.12E-06	1.69E-11	-5.61E-12	9.11E-07	9.25E-07	3.59E-13	-4.59E-07	-2.06E-10	-2.95E-09	-3.59E-06	0.0000
U1 194	2.07E-05	-7.66E-08	-2.15E-05	2.89E-06	-1.04E-09	-1.33E-06	3.87E-06	-1.27E-08	2.42E-06	-3.90E-05	-4.00E-09	-3.25E-09	1.29E-06	-3.72E-07	1.09E-07	-2.79E-06	4.77E-05	1.44E-08	9.39E-07	2.33E-08	6.69E-07	6.03E-06	6.42E-07	0.0167
R3 194	1.66E-02	-3.98E-13	8.47E-07	6.86E-04	-1.73E-16	-2.88E-08	9.43E-04	1.13E-13	-1.56E-07	8.65E-06	-1.66E-04	8.77E-14	1.51E-13	8.01E-05	-6.00E-09	6.96E-07	-1.22E-08	4.77E-05	1.72E-11	-1.37E-07	6.89E-11	-1.48E-07	-1.99E-06	0.0001
U2 194	7.18E-06	1.73E-13	-7.18E-06	6.66E-07	-6.40E-15	-4.45E-07	1.30E-06	-9.17E-14	8.06E-07	1.01E-08	-1.50E-07	-7.96E-14	-1.35E-14	4.15E-07	-2.71E-11	1.56E-12	-9.25E-07	-1.54E-06	6.71E-08	3.11E-07	4.12E-11	-2.03E-10	2.02E-06	0.0000
U1 193	2.07E-05	-8.23E-08	-2.28E-05	1.16E-06	1.40E-09	1.57E-06	2.49E-06	-6.19E-09	1.27E-06	8.77E-05	-8.77E-05	-7.78E-09	3.78E-06	-1.17E-06	-6.00E-09	3.98E-07	-4.66E-06	6.71E-08	1.84E-06	3.50E-07	9.34E-06	1.94E-05	1.64E-06	0.0001
R3 193	1.76E-02	-4.28E-13	8.47E-07	-1.10E-03	-3.40E-15	-1.83E-07	4.35E-04	9.92E-14	4.22E-07	4.38E-08	-7.99E-07	-6.33E-14	7.02E-14	1.29E-06	-8.30E-11	1.85E-06	1.85E-06	2.42E-04	2.76E-11	-1.37E-07	-1.04E-11	-9.98E-08	-1.47E-05	0.0177
U1 192	7.91E-06	-2.88E-13	-7.59E-06	-2.89E-07	1.14E-14	5.23E-07	8.58E-07	-4.44E-14	6.06E-09	1.85E-05	-3.54E-04	2.60E-13	2.76E-04	-1.35E-08	-1.35E-08	1.42E-09	-1.85E-06	-5.17E-13	6.17E-07	2.20E-10	2.89E-09	4.48E-06	5.48E-07	0.0000
R3 192	3.00E-05	-8.20E-08	-2.90E-05	-5.49E-06	3.23E-09	3.90E-06	-8.30E-07	5.32E-09	-9.27E-07	-3.97E-06	-5.99E-07	-4.51E-10	-4.05E-10	6.46E-07	-7.73E-08	1.71E-07	-1.71E-07	5.00E-09	1.69E-07	5.31E-08	1.38E-06	1.35E-06	1.74E-07	0.0000
U2 192	1.71E-02	-4.05E-13	6.19E-07	-2.38E-03	-3.21E-15	-2.11E-07	-4.17E-04	-3.61E-14	1.19E-07	6.61E-07	-8.11E-06	2.78E-14	-3.44E-14	1.80E-05	-7.73E-10	-3.42E-07	1.10E-05	-7.19E-12	2.64E-08	-6.45E-11	1.01E-07	-1.20E-06	5.38E-08	0.0173
R3 192	9.49E-06	3.81E-13	-7.68E-06	-1.80E-06	2.36E-14	1.30E-06	-2.77E-04	3.36E-14	-3.09E-04	4.47E-09	-2.00E-07	-4.39E-14	-2.10E-14	2.31E-07	-4.77E-12	-5.69E-08	4.03E-06	-7.56E-13	5.80E-08	7.28E-11	1.69E-09	4.39E-07	5.80E-08	0.0000
U1 191	3.22E-05	-5.33E-08	-1.68E-05	-7.51E-06	2.72E-09	3.67E-06	-2.93E-06	8.38E-09	-1.71E-06	5.49E-05	1.56E-06	6.21E-09	-2.58E-06	8.06E-07	-2.39E-07	3.15E-06	4.03E-06	-4.69E-08	-1.26E-06	-2.41E-07	-6.45E-06	-9.23E-06	-1.14E-06	0.0001
U2 191	1.06E-02	-2.52E-13	-1.52E-07	-1.92E-03	-1.84E-15	-1.59E-08	-6.10E-04	-1.35E-13	3.60E-08	-1.26E-05	2.39E-04	-1.85E-13	-1.39E-13	-1.87E-04	-7.85E-09	-7.58E-10	1.31E-06	-1.69E-04	-1.05E-11	5.80E-08	6.80E-11	-1.40E-08	1.00E-05	0.0108
R3 191	1.08E-05	2.02E-13	-5.43E-06	-2.53E-06	1.87E-14	1.22E-06	-9.95E-07	6.42E-14	-5.72E-07	-2.33E-08	5.16E-07	6.28E-15	5.50E-14	-8.76E-07	5.11E-11	-1.13E-11	1.05E-06	1.37E-12	-4.22E-07	-1.91E-10	-3.06E-09	-3.08E-05	-3.81E-07	0.0000

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.5	Cálculo de derivas - Resultados de derivas (Sismo D)	2020

GDL	Δ Sismo_X		Deriva X
U1 198	0,00506325	0,00506411	0,17%
U2 198	9,3117E-05		
R3 198	9,4721E-05		
U1 197	0,00844089	0,00844103	0,28%
U2 197	4,8979E-05		
R3 197	0,00015645		
U1 196	0,01155805	0,01155827	0,39%
U2 196	7,1753E-05		
R3 196	0,00021072		
U1 195	0,01403284	0,01403305	0,47%
U2 195	7,671E-05		
R3 195	0,00025139		
U1 194	0,01559515	0,01559525	0,52%
U2 194	5,6281E-05		
R3 194	0,00027281		
U1 193	0,01675945	0,0167597	0,56%
U2 193	9,1182E-05		
R3 193	0,00028829		
U1 192	0,01678493	0,01678498	0,56%
U2 192	3,8423E-05		
R3 192	0,00029284		
U1 191	0,01100066	0,01100081	0,37%
U2 191	5,7687E-05		
R3 191	0,00020837		

GDL	Δ Sismo_Y		Deriva Y
U1 198	8,98663E-05	0,00598439	0,20%
U2 198	0,005983717		
R3 198	6,73618E-06		
U1 197	3,90109E-05	0,00951185	0,32%
U2 197	0,009511768		
R3 197	6,8989E-06		
U1 196	7,73753E-05	0,01270933	0,42%
U2 196	0,012709097		
R3 196	9,84678E-06		
U1 195	7,32979E-05	0,01518811	0,51%
U2 195	0,015187934		
R3 195	1,06995E-05		
U1 194	5,01616E-05	0,01668706	0,56%
U2 194	0,016686984		
R3 194	1,06784E-05		
U1 193	9,0264E-05	0,01767234	0,59%
U2 193	0,017672106		
R3 193	1,22667E-05		
U1 192	3,86897E-05	0,01729708	0,58%
U2 192	0,017297039		
R3 192	1,24275E-05		
U1 191	6,7561E-05	0,0108243	0,36%
U2 191	0,010824094		
R3 191	1,2969E-05		


[illegible]

ANEXO 2.5		Estimación para edificaciones de concreto reforzado con armostramiento restringido al pandeo del coeficiente de dispación de energía R en zona de amenaza sísmica alta	2020
		Cálculo de derivas - Desplazamientos en X por modo (Sismo MCE)	



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
U198	3.27E-07	-1.17E-01	-6.30E-03	4.27E-08	-6.08E-03	-2.82E-04	-1.58E-08	1.11E-03	-5.32E-05	-2.74E-04	-1.14E-08	-3.21E-04	-3.21E-04	3.02E-08	-3.09E-04	3.41E-04	-1.11E-05	-9.38E-08	2.73E-04	1.07E-05	1.38E-04	2.02E-04	1.13E-05	1.38E-05
U298	2.11E-04	-5.94E-07	1.98E-04	1.67E-05	9.51E-09	1.68E-05	-3.69E-06	-1.88E-08	5.34E-06	7.60E-05	-1.35E-06	7.84E-09	1.00E-08	3.98E-06	-3.32E-06	7.66E-07	-9.07E-06	9.68E-06	6.84E-08	1.15E-06	3.79E-09	3.11E-06	-1.64E-05	-2.21E-06
R398	1.05E-07	2.95E-07	-2.10E-03	1.42E-08	-6.55E-08	-9.40E-05	-5.22E-09	1.07E-08	-1.77E-05	1.92E-07	-3.78E-09	-5.33E-10	-3.79E-09	1.12E-08	-1.41E-08	2.86E-09	-3.74E-06	-3.07E-08	-9.65E-09	3.64E-06	1.45E-07	7.98E-08	3.97E-06	4.53E-06
U197	3.10E-07	-1.11E-01	-5.98E-03	3.27E-08	-4.09E-03	-1.90E-04	-5.96E-09	2.65E-04	-1.23E-05	1.62E-04	2.27E-09	1.28E-04	1.10E-04	-1.35E-08	2.85E-05	-2.92E-05	1.63E-05	2.62E-07	2.88E-05	-1.13E-05	3.02E-08	8.62E-05	-7.42E-06	-5.08E-06
U297	2.00E-04	-5.86E-07	1.61E-04	1.09E-05	2.95E-09	8.60E-06	-7.13E-07	-1.12E-09	-4.51E-07	3.18E-05	5.63E-07	-5.99E-09	-4.13E-09	-2.42E-08	2.20E-07	1.19E-07	-3.82E-06	1.07E-06	1.02E-08	1.38E-06	3.02E-08	4.23E-07	-4.67E-06	1.23E-06
R397	1.05E-07	2.95E-07	-1.99E-03	1.09E-08	-4.53E-08	-6.33E-05	-2.65E-09	2.18E-09	-4.10E-06	2.77E-08	1.87E-08	2.44E-10	3.170E-09	-5.31E-08	6.67E-09	1.51E-09	3.40E-06	8.74E-08	4.97E-09	-3.74E-06	-6.61E-08	-3.07E-08	-2.47E-06	1.69E-06
U196	2.15E-04	-1.07E-01	-5.95E-03	1.24E-08	-4.09E-03	-1.90E-04	-5.96E-09	2.65E-04	-1.23E-05	1.62E-04	2.27E-09	1.28E-04	1.10E-04	-1.35E-08	2.85E-05	-2.92E-05	1.63E-05	2.62E-07	2.88E-05	-1.13E-05	3.02E-08	8.62E-05	-7.42E-06	-5.08E-06
U296	1.05E-07	2.95E-07	-1.99E-03	1.09E-08	-4.53E-08	-6.33E-05	-2.65E-09	2.18E-09	-4.10E-06	2.77E-08	1.87E-08	2.44E-10	3.170E-09	-5.31E-08	6.67E-09	1.51E-09	3.40E-06	8.74E-08	4.97E-09	-3.74E-06	-6.61E-08	-3.07E-08	-2.47E-06	1.69E-06
R396	9.71E-09	2.73E-07	-1.91E-03	3.87E-09	-1.21E-08	-1.46E-05	2.98E-09	-6.57E-09	1.19E-05	-2.11E-07	3.76E-09	2.58E-13	3.93E-09	-3.16E-09	1.84E-08	-6.96E-09	5.18E-06	5.82E-08	5.04E-09	5.05E-06	-1.35E-04	3.29E-08	1.38E-05	1.82E-06
U195	2.15E-04	-8.92E-07	-4.70E-03	1.26E-08	2.43E-03	1.14E-04	1.57E-08	-1.11E-08	5.05E-05	-2.81E-05	3.05E-09	9.48E-07	1.25E-05	-2.70E-09	5.85E-05	-6.10E-05	-7.85E-06	-1.56E-07	-8.37E-05	3.76E-06	-1.35E-04	-1.24E-04	1.44E-06	-6.38E-07
U295	1.57E-04	-4.93E-07	1.31E-04	-6.96E-06	-5.31E-09	-8.73E-06	3.33E-06	1.13E-08	3.38E-06	-6.11E-08	-3.68E-08	4.48E-10	1.23E-09	-9.16E-10	1.67E-07	1.89E-07	5.33E-06	-3.71E-06	1.26E-08	-1.09E-06	4.04E-08	-2.55E-06	7.62E-06	-5.54E-07
R395	8.57E-08	2.74E-07	-1.57E-03	-4.24E-09	1.75E-08	3.79E-05	5.21E-09	-8.58E-09	1.68E-05	-7.25E-08	1.02E-09	-2.95E-04	9.87E-10	-9.16E-10	8.69E-10	1.88E-09	-2.59E-06	-5.21E-08	3.29E-09	1.21E-06	4.91E-08	-4.78E-08	3.75E-07	-2.15E-07
U194	2.11E-07	-7.16E-02	-3.80E-03	-3.27E-08	4.96E-03	2.31E-04	8.76E-09	-4.9E-04	2.02E-05	-3.54E-04	-8.94E-09	-3.25E-04	3.07E-04	5.05E-08	-2.89E-04	1.11E-06	-2.16E-05	-2.87E-07	1.54E-04	1.94E-05	1.45E-04	1.44E-04	1.55E-05	1.40E-05
R394	1.78E-04	2.94E-07	9.83E-05	-1.37E-05	-6.78E-09	-1.30E-05	1.18E-06	3.38E-09	1.10E-07	7.69E-05	-1.36E-06	8.32E-04	1.10E-08	3.01E-06	-3.96E-06	7.01E-06	-4.54E-06	6.53E-06	1.05E-07	-2.18E-06	4.84E-08	-4.68E-06	-1.05E-05	-1.84E-06
U193	1.69E-07	-5.94E-02	-2.83E-03	-1.09E-08	3.72E-08	7.71E-03	-2.95E-09	-3.18E-09	6.74E-06	1.75E-07	-2.98E-09	-4.06E-09	-2.48E-09	1.71E-08	-1.96E-08	1.07E-04	-7.20E-06	-9.36E-08	1.89E-06	6.91E-06	1.12E-07	3.85E-08	5.18E-06	4.66E-06
R393	9.21E-05	-2.64E-07	5.88E-05	-1.57E-05	-6.64E-09	-1.21E-05	-1.99E-06	6.93E-04	2.67E-05	3.28E-05	-5.82E-07	4.48E-09	3.48E-09	1.27E-08	-1.38E-06	5.98E-07	-2.59E-06	-4.39E-06	3.85E-08	-6.07E-07	5.44E-09	-3.72E-07	-7.85E-06	-2.32E-07
U192	1.26E-07	-3.19E-02	-1.79E-03	-3.77E-08	4.68E-03	2.24E-04	-1.27E-08	1.14E-03	5.12E-05	-5.95E-05	1.09E-06	-6.89E-09	-2.43E-04	1.04E-08	-2.04E-04	-2.03E-04	1.50E-05	1.87E-07	3.59E-10	-2.91E-06	7.95E-08	4.44E-08	2.47E-06	2.39E-06
R392	5.64E-05	-1.90E-07	2.12E-05	-1.25E-05	-3.97E-09	-6.71E-06	-3.46E-06	-1.12E-08	3.00E-06	-5.95E-05	-9.39E-08	1.49E-09	-8.46E-09	-2.72E-06	2.41E-06	-7.55E-07	4.90E-06	-6.50E-06	-6.88E-08	9.70E-07	2.71E-09	-2.54E-06	1.18E-05	1.51E-06
U191	4.12E-08	1.42E-07	-5.96E-04	-1.26E-08	3.33E-08	7.48E-05	-4.29E-09	8.12E-09	-1.71E-05	2.74E-04	7.37E-09	2.73E-04	2.63E-04	-1.04E-08	1.30E-08	-2.56E-09	5.04E-06	6.20E-08	2.37E-09	-4.19E-06	-9.24E-08	-4.01E-08	-3.53E-06	-3.42E-06
R391	6.55E-08	-1.90E-02	-7.41E-04	-2.18E-08	2.14E-03	1.09E-04	-9.88E-09	6.95E-04	-3.32E-05	2.74E-04	7.37E-09	2.73E-04	2.63E-04	-1.04E-08	1.30E-08	-2.56E-09	5.04E-06	6.20E-08	2.37E-09	-4.19E-06	-9.24E-08	-4.01E-08	-3.53E-06	-3.42E-06
U291	2.16E-05	-6.14E-08	-6.92E-06	-5.56E-06	-1.45E-09	-4.60E-07	-2.06E-06	-1.12E-08	6.97E-07	-6.28E-05	1.12E-06	-8.11E-09	-6.75E-09	-3.01E-06	2.20E-06	-6.93E-07	6.62E-06	-7.44E-06	-4.09E-08	6.67E-07	5.31E-08	-4.09E-07	1.34E-05	9.37E-07
R391	2.19E-08	4.91E-08	-2.47E-04	-7.34E-09	1.47E-08	3.62E-05	-3.35E-09	5.33E-09	-1.11E-05	-1.16E-07	2.43E-09	2.75E-10	2.74E-09	-1.41E-08	1.43E-08	-1.04E-08	5.33E-06	6.01E-08	-4.85E-06	-1.98E-07	-8.95E-08	-4.12E-06	-4.04E-06	

U Sismo X
0.1170
0.0003
0.0021
0.1114
0.0003
0.0020
0.0003
0.0018
0.0883
0.0002
0.0016
0.0719
0.0002
0.0013
0.0533
0.0001
0.0009
0.0333
0.0001
0.0006
0.0132
0.0001
0.0003


ANEXO 2.5		Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de dispersión de energía R en zona de amenaza sísmica alta	 COMISIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN SÍSMICA
		Cálculo de derivas - Deriva en X por modo (Sismo MCE)	2020

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
U198	1.05E-08	-5.72E-03	-3.24E-04	1.01E-08	-1.59E-03	-9.21E-05	-9.88E-09	9.41E-04	-4.09E-05	-4.38E-04	-1.37E-08	-4.49E-04	-4.31E-04	-4.76E-08	-3.37E-04	3.70E-04	-2.75E-05	-3.56E-07	2.44E-04	2.21E-05	1.12E-04	1.18E-04	1.19E-05	1.39E-05	1.87E-05
U298	1.13E-05	-7.50E-09	1.73E-05	5.75E-06	6.57E-09	8.24E-06	-2.97E-06	-1.57E-08	5.49E-06	1.08E-04	-1.91E-08	1.18E-08	1.41E-08	4.01E-06	-3.97E-04	6.47E-07	-5.28E-05	8.01E-07	5.82E-05	-4.25E-07	-2.84E-08	-3.53E-06	-1.17E-05	6.44E-06	-6.23E-06
R398	1.58E-10	-2.04E-08	-1.08E-04	3.59E-09	-2.25E-08	-3.08E-05	-3.17E-09	8.59E-09	-1.39E-05	2.19E-07	-4.53E-09	-7.79E-10	-5.49E-09	1.95E-08	-2.07E-08	4.38E-09	-9.14E-06	-1.18E-07	1.41E-08	7.40E-06	2.11E-07	1.11E-07	6.44E-06	6.83E-06	8.89E-06
U197	1.12E-08	-9.34E-03	-5.59E-04	2.10E-08	-3.13E-03	-1.46E-04	-1.49E-08	1.05E-03	-4.76E-05	-1.62E-04	-9.02E-09	-1.91E-04	-2.00E-04	3.12E-08	-2.31E-06	2.17E-04	7.92E-07	8.74E-08	2.21E-04	4.23E-06	2.67E-04	2.69E-04	1.79E-05	1.79E-05	-5.91E-07
U297	1.82E-05	-3.97E-08	1.21E-05	5.69E-06	4.97E-09	9.18E-06	-5.17E-06	-1.18E-08	3.68E-06	4.42E-05	7.61E-07	3.21E-09	5.38E-09	3.02E-08	-1.17E-08	5.44E-09	1.07E-05	9.60E-06	7.51E-06	2.43E-07	-8.08E-09	-1.39E-06	1.79E-05	2.97E-06	
R397	8.17E-09	-1.41E-08	-1.81E-04	7.02E-09	-3.09E-08	-4.88E-05	-5.03E-09	8.44E-09	-1.59E-05	1.84E-07	3.00E-09	2.45E-10	-2.33E-09	1.03E-08	-1.17E-08	3.44E-09	2.18E-07	2.91E-08	-5.72E-10	1.64E-06	1.05E-07	1.28E-06	1.79E-05	2.97E-06	
U196	7.55E-08	-2.13E-08	1.31E-03	2.90E-08	3.58E-08	8.17E-08	8.75E-07	3.27E-10	-4.53E-07	3.58E-06	1.32E-09	7.15E-09	1.05E-08	-2.14E-08	1.50E-05	7.86E-04	1.35E-05	4.31E-06	7.75E-08	2.03E-05	1.08E-07	5.08E-05	5.23E-05	2.35E-05	
R396	1.14E-08	-5.71E-10	-7.47E-04	8.11E-09	-2.97E-08	8.37E-06	-2.24E-09	2.71E-09	6.06E-06	-1.38E-07	2.74E-09	2.89E-09	-1.77E-09	1.75E-08	-1.75E-08	-8.96E-09	7.78E-06	1.10E-07	1.75E-09	6.51E-06	-1.91E-07	-4.51E-08	5.13E-06	-4.44E-06	
U195	4.27E-08	-8.75E-02	-8.98E-04	2.01E-08	-2.53E-03	-1.18E-04	6.90E-09	-6.91E-04	3.03E-05	3.26E-04	1.20E-06	1.33E-06	3.20E-04	-5.21E-08	2.87E-04	-1.29E-06	1.38E-05	1.31E-07	-2.37E-04	-1.95E-05	2.70E-04	-7.68E-04	1.44E-05	-1.45E-05	
U295	3.05E-05	-8.75E-08	3.32E-05	6.71E-06	1.47E-06	4.27E-06	2.15E-06	7.94E-09	3.49E-06	-7.61E-05	1.32E-06	-7.87E-09	-9.76E-09	-4.93E-06	3.27E-06	-1.29E-06	9.86E-06	-1.02E-05	-9.27E-08	1.09E-06	7.96E-09	2.14E-06	1.81E-05	1.28E-06	
R395	1.39E-08	-1.98E-08	-2.99E-04	6.66E-09	-1.97E-08	-3.92E-05	2.24E-09	-5.30E-09	1.01E-05	-2.48E-07	4.00E-09	1.11E-09	3.46E-09	-1.80E-08	1.87E-08	5.13E-09	4.61E-06	4.16E-08	1.40E-09	-5.28E-06	-1.61E-07	-8.63E-08	4.81E-06	-4.88E-06	
U194	4.27E-08	-1.86E-02	-9.77E-04	8.39E-06	-1.36E-10	-3.94E-05	1.30E-08	-1.05E-03	4.69E-05	-4.32E-05	-2.20E-09	-1.75E-04	-1.62E-04	2.98E-08	-1.04E-04	9.94E-05	-1.41E-05	-2.12E-07	5.58E-05	1.98E-05	1.82E-05	1.95E-05	8.09E-06	6.81E-06	
R394	3.86E-05	-9.67E-08	3.85E-05	1.99E-06	-5.04E-09	-1.32E-05	3.18E-07	9.98E-09	3.02E-06	5.03E-08	-7.80E-07	3.84E-09	7.51E-09	1.99E-06	-7.98E-06	1.42E-09	-7.20E-08	6.40E-06	6.67E-08	-1.58E-06	5.38E-08	-4.31E-06	-2.67E-06	-1.61E-06	
U193	4.27E-08	-2.00E-02	-1.04E-03	-3.35E-09	1.10E-03	4.65E-05	8.39E-09	-5.14E-04	2.46E-05	-4.13E-04	-1.13E-08	-4.02E-04	-3.88E-04	6.10E-08	-3.79E-06	3.19E-06	-2.25E-05	-2.62E-07	2.61E-04	2.11E-05	2.73E-04	2.73E-04	1.80E-05	2.27E-06	
R393	3.58E-05	-1.04E-02	3.85E-05	-3.19E-06	-2.67E-09	-5.43E-06	1.47E-06	8.34E-09	1.28E-07	9.23E-05	-1.67E-06	1.14E-08	1.19E-08	4.44E-06	-3.79E-06	1.29E-06	-9.36E-06	1.09E-05	1.07E-07	-1.58E-06	-8.14E-09	-2.91E-06	-1.97E-05	1.74E-05	
U192	1.61E-08	7.04E-08	-3.45E-04	-8.38E-10	8.96E-09	1.55E-05	2.89E-09	-3.88E-09	1.88E-05	2.19E-07	-3.76E-09	-2.77E-09	-3.50E-09	2.88E-08	-2.32E-08	8.15E-09	-7.56E-06	-8.67E-08	-2.01E-09	7.10E-06	1.72E-07	8.45E-08	6.01E-06	5.81E-06	
R392	3.48E-05	-9.94E-08	2.82E-05	-6.91E-06	-2.52E-09	-6.25E-06	-1.40E-06	-3.00E-09	2.30E-06	3.31E-06	-3.82E-08	1.22E-09	-1.71E-09	2.90E-07	2.16E-07	-6.26E-08	-1.73E-06	9.43E-07	-2.79E-08	3.03E-07	-5.04E-08	2.95E-06	1.81E-06	1.84E-06	
U292	1.93E-08	9.27E-08	-3.49E-04	-5.23E-06	1.86E-08	3.86E-05	-9.32E-10	2.79E-09	-5.59E-06	2.23E-06	9.41E-10	1.92E-09	-1.05E-09	3.72E-09	-1.34E-07	7.79E-09	-2.88E-07	1.94E-07	-2.94E-09	6.67E-07	5.68E-08	4.94E-08	5.89E-07	6.15E-07	
R391	6.55E-08	-1.30E-02	-7.41E-04	-2.18E-08	2.14E-03	1.09E-04	-9.88E-09	6.95E-04	-3.32E-05	2.74E-04	7.37E-04	2.77E-04	2.63E-04	-4.16E-08	2.26E-04	-2.19E-04	1.59E-05	1.81E-07	-1.82E-04	-1.44E-05	-1.88E-04	-1.24E-05	-1.21E-05	1.21E-05	
U291	2.16E-05	-6.14E-08	-6.92E-06	-5.56E-06	-1.45E-09	-4.60E-07	-2.06E-06	-1.12E-08	6.97E-07	-6.28E-05	1.12E-06	-8.11E-09	-6.75E-09	-3.01E-06	2.20E-06	-6.93E-07	6.62E-06	-7.44E-06	-4.09E-08	6.67E-07	5.31E-08	-4.09E-07	1.34E-05	9.37E-07	
R391	2.19E-08	4.91E-08	-2.47E-04	-7.34E-09	1.47E-08	3.62E-05	-3.35E-09	5.33E-09	-1.11E-05	-1.16E-07	2.43E-09	2.75E-10	2.74E-09	-1.41E-08	1.43E-08	-1.04E-08	5.33E-06	6.01E-08	5.30E-09	-4.85E-06	-1.39E-07	-8.95E-08	-4.12E-06	-4.04E-06	

Δ Sismo X	0.006	0.20%
0.0061	0.0001	
0.0001	0.0001	
0.0101	0.010	0.34%
0.0001	0.0001	
0.0002	0.0002	
0.0003	0.0003	0.46%
0.0003	0.0003	
0.0003	0.0003	
0.018	0.017	0.56%
0.0001	0.0001	
0.0003	0.0003	
0.0187	0.019	0.62%
0.0001	0.0001	
0.0003	0.020	0.67%
0.0001	0.0001	
0.0003	0.0201	0.67%
0.0000	0.0000	
0.0004	0.0004	
0.0132	0.013	0.44%
0.0001	0.0001	
0.0003	0.0003	

ANEXO 2.5		2020	
DESPLAZAMIENTOS Y		Cálculo de derivas - Desplazamientos en Y por modo (Sismo MCE)	
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con armostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
U198	1.93E-04	-5.76E-07	-1.66E-04	1.77E-05	-9.27E-09	-1.14E-05	-5.64E-06	1.74E-08	-3.29E-06	-6.59E-05	-2.92E-06	-8.79E-09	-7.72E-09	2.38E-06	-1.32E-06	4.47E-07	-2.66E-07	-2.59E-06	8.44E-08	1.12E-06	3.05E-07	8.31E-06	1.06E-05	1.06E-05	1.54E-06	
U298	1.25E-01	-2.73E-12	5.22E-06	6.89E-03	1.45E-04	6.82E-04	-1.31E-03	-2.44E-13	3.30E-07	1.83E-05	-3.44E-04	2.15E-13	-2.41E-13	2.97E-04	-1.02E-08	4.47E-07	-2.15E-09	-2.59E-06	2.11E-11	1.20E-07	5.82E-12	-1.28E-07	-1.47E-05	-2.50E-07	0.0003	
R398	6.22E-05	-1.88E-12	-5.55E-05	5.89E-06	-9.99E-14	-3.81E-06	-1.88E-06	1.54E-13	-1.01E-06	4.60E-08	-9.59E-07	-1.46E-14	-9.12E-14	8.39E-07	-6.09E-11	3.78E-12	-3.88E-07	-8.21E-07	-2.98E-12	3.80E-07	2.22E-10	3.28E-09	3.55E-06	-5.74E-07	0.0001	
U197	1.07E-04	-5.88E-07	-1.58E-04	1.39E-05	-6.28E-09	-7.69E-06	-2.12E-06	3.83E-06	-7.61E-07	3.89E-05	5.79E-07	3.32E-09	2.64E-09	-1.16E-06	1.22E-07	3.83E-08	3.86E-06	7.00E-06	8.69E-09	-1.18E-06	1.32E-07	3.47E-06	-6.64E-06	5.13E-07	0.0002	
U297	1.18E-01	-2.70E-12	4.77E-06	4.51E-03	4.49E-15	3.49E-07	-2.55E-07	-1.62E-14	-9.53E-09	-7.69E-09	1.43E-04	-1.09E-13	-9.94E-14	-2.10E-06	9.41E-10	1.57E-10	-3.09E-07	4.45E-05	3.14E-12	1.65E-07	4.65E-11	1.74E-08	3.18E-06	1.39E-07	0.0001	
R397	6.21E-05	1.68E-12	-5.26E-05	4.51E-06	-6.37E-14	-3.56E-06	-1.53E-06	3.12E-14	-2.54E-07	-6.50E-09	1.93E-07	6.74E-15	-7.09E-14	-3.95E-07	2.86E-11	1.59E-12	3.28E-06	2.33E-06	1.58E-12	-3.92E-07	-1.02E-10	-1.26E-09	2.21E-06	1.92E-07	0.0002	
U196	1.17E-04	-5.10E-07	-1.65E-04	1.40E-05	-6.28E-09	-7.69E-06	-2.12E-06	3.83E-06	-7.61E-07	3.89E-05	5.79E-07	3.32E-09	2.64E-09	-1.16E-06	1.22E-07	3.83E-08	3.86E-06	7.00E-06	8.69E-09	-1.18E-06	1.32E-07	3.47E-06	-6.64E-06	5.13E-07	0.0002	
U396	5.72E-05	1.59E-12	4.79E-06	4.20E-06	2.77E-08	3.15E-06	8.75E-06	1.65E-13	2.19E-06	-1.88E-05	3.37E-06	3.27E-09	-2.34E-13	-3.95E-07	1.11E-08	3.45E-07	3.67E-06	2.47E-06	2.05E-11	1.98E-07	2.49E-11	7.49E-06	1.15E-06	2.86E-07	0.0001	
R396	4.35E-07	-1.35E-12	-4.79E-05	1.60E-06	-1.85E-14	-5.93E-06	1.05E-06	-9.95E-14	7.29E-07	-5.04E-08	9.59E-07	7.07E-17	9.45E-13	-1.16E-06	7.87E-13	-4.13E-12	1.23E-06	1.54E-04	1.56E-12	-5.53E-07	-3.91E-07	-3.07E-09	-4.25E-06	-5.27E-07	0.0001	
U195	1.49E-04	-4.35E-07	1.24E-04	-5.20E-06	3.70E-09	4.61E-06	5.57E-06	-1.60E-08	3.12E-06	-6.74E-06	7.79E-07	2.60E-11	3.00E-10	-2.01E-07	7.15E-07	-8.09E-08	-1.86E-06	-4.17E-06	2.59E-08	3.91E-07	-1.91E-07	-1.05E-07	1.02E-06	-7.22E-08	0.0002	
U295	9.24E-02	-2.19E-12	3.47E-06	-2.89E-03	-8.10E-15	-3.54E-07	1.19E-03	1.64E-13	2.09E-07	-2.19E-08	9.37E-06	1.23E-14	2.96E-14	-7.56E-05	7.15E-07	-2.39E-10	1.26E-06	-9.92E-05	3.88E-12	-1.14E-07	6.21E-11	-1.05E-07	6.82E-06	-6.27E-08	0.0025	
R395	5.96E-05	1.35E-12	-4.13E-05	-1.75E-06	2.68E-14	1.54E-06	1.86E-06	-1.24E-13	1.04E-06	-1.74E-08	2.60E-07	-8.08E-14	2.36E-14	-7.05E-08	3.79E-06	3.73E-12	2.47E-12	-6.15E-07	-1.39E-06	1.01E-12	1.27E-07	-2.55E-11	-1.96E-09	3.36E-07	-2.43E-08	0.0001
U194	1.24E-04	-3.53E-07	-1.00E-04	-1.35E-05	7.56E-09	9.37E-06	3.12E-06	-6.20E-09	1.25E-06	-8.49E-05	-2.28E-06	-8.91E-09	-7.40E-09	3.76E-06	-9.79E-07	2.71E-07	-5.12E-06	-7.67E-06	4.74E-08	2.93E-06	2.23E-07	5.93E-06	1.30E-05	1.58E-06	0.0746	
R394	7.44E-02	-1.78E-12	2.98E-06	-5.65E-03	-1.03E-14	-5.27E-07	4.27E-04	-4.89E-14	4.17E-07	4.21E-08	-7.59E-07	-1.11E-13	-5.96E-14	2.24E-04	-1.31E-08	1.48E-09	1.48E-09	1.74E-04	3.25E-11	6.77E-07	1.71E-10	-1.92E-07	9.42E-06	-2.08E-07	0.0001	
U193	9.94E-05	-2.51E-07	-7.86E-05	-1.70E-05	8.81E-09	1.10E-05	-1.53E-06	-4.80E-14	-1.65E-06	-3.81E-05	-1.47E-06	-4.11E-09	-3.50E-09	2.31E-06	-5.39E-07	9.20E-11	-1.71E-06	-2.00E-06	3.02E-08	8.99E-07	1.94E-07	-8.35E-12	-1.53E-08	6.64E-06	8.10E-07	0.0001
R393	3.38E-05	1.04E-12	-2.48E-05	-5.55E-06	6.44E-14	3.66E-06	-4.97E-07	-8.64E-14	1.94E-07	7.87E-06	-1.48E-04	1.23E-13	8.38E-14	1.28E-04	-5.90E-09	7.07E-10	-1.06E-06	1.17E-04	1.19E-11	-6.33E-08	8.95E-12	-1.53E-08	7.01E-06	2.70E-07	0.0001	
U192	7.47E-05	-1.02E-07	-4.72E-05	-1.56E-05	7.13E-09	9.08E-06	-4.51E-06	1.64E-08	-3.17E-06	6.11E-05	5.79E-07	-1.58E-14	-4.34E-14	1.28E-04	-4.40E-11	7.33E-12	-5.98E-07	3.57E-06	5.00E-05	1.11E-13	3.04E-07	1.23E-10	1.83E-09	2.21E-06	2.70E-07	0.0001
R392	3.33E-02	-7.89E-13	5.61E-07	-5.20E-03	-6.05E-15	-2.72E-07	-1.23E-03	-2.05E-13	-1.86E-07	-1.43E-05	2.77E-04	-1.89E-13	-2.04E-13	-2.02E-04	1.03E-08	-9.92E-10	1.16E-06	-1.74E-04	-2.13E-11	1.01E-07	4.16E-12	-1.04E-07	-6.08E-06	9.45E-06	1.71E-07	0.0337
U292	2.43E-05	-6.90E-08	-1.57E-05	-5.20E-06	5.07E-14	3.03E-06	-1.53E-06	1.17E-13	-1.06E-06	-2.25E-08	3.80E-07	6.02E-14	4.08E-14	-7.75E-07	5.56E-11	-3.37E-12	1.20E-06	1.66E-06	7.32E-13	-4.37E-07	-1.42E-10	-1.65E-09	3.16E-06	-3.87E-07	0.0000	
R391	3.87E-05	-6.40E-08	-1.96E-05	-9.01E-06	3.26E-09	4.40E-06	-3.52E-06	1.01E-08	-2.06E-06	6.59E-05	1.88E-06	7.45E-09	6.32E-09	-3.10E-06	9.67E-07	-2.87E-07	3.77E-06	4.84E-06	-5.63E-08	-1.51E-06	-2.90E-07	-7.74E-06	-1.11E-05	-1.37E-06	0.0001	
U291	1.28E-02	-3.03E-13	-1.83E-07	-2.30E-03	-2.24E-15	-1.87E-08	-7.33E-04	-1.02E-13	4.32E-08	-1.51E-05	2.86E-04	-2.22E-13	-1.62E-13	-2.24E-04	9.41E-09	-9.09E-10	1.57E-06	-1.99E-04	-1.26E-11	6.96E-08	8.16E-11	-1.68E-08	1.20E-05	1.06E-07	0.0130	
R391	1.29E-05	2.02E-13	-6.52E-06	-3.03E-06	2.24E-14	1.47E-06	-1.19E-06	7.70E-14	-6.88E-07	-2.79E-08	6.19E-07	7.54E-15	6.60E-14	-1.05E-06	6.13E-11	-1.36E-11	1.26E-06	1.61E-06	1.64E-12	-5.06E-07	-2.39E-10	-3.68E-09	-3.69E-06	-4.57E-07	0.0000	

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 2.5	Cálculo de derivas - Resultados de derivas (Sismo MCE)	2020

GDL	Δ Sismo_X		Deriva X
U1 198	0,0060759	0,00607693	0,20%
U2 198	0,00011174		
R3 198	0,00011367		
U1 197	0,01012907	0,01012924	0,34%
U2 197	5,8775E-05		
R3 197	0,00018774		
U1 196	0,01386965	0,01386992	0,46%
U2 196	8,6103E-05		
R3 196	0,00025286		
U1 195	0,01683941	0,01683966	0,56%
U2 195	9,2052E-05		
R3 195	0,00030167		
U1 194	0,01871418	0,0187143	0,62%
U2 194	6,7537E-05		
R3 194	0,00032737		
U1 193	0,02011135	0,02011164	0,67%
U2 193	0,00010942		
R3 193	0,00034595		
U1 192	0,02014192	0,02014197	0,67%
U2 192	4,6108E-05		
R3 192	0,00035141		
U1 191	0,01320079	0,01320097	0,44%
U2 191	6,9225E-05		
R3 191	0,00025005		

GDL	Δ Sismo_Y		Deriva Y
U1 198	0,00010784	0,00718127	0,24%
U2 198	0,00718046		
R3 198	8,0834E-06		
U1 197	4,6813E-05	0,01141422	0,38%
U2 197	0,01141412		
R3 197	8,2787E-06		
U1 196	9,285E-05	0,0152512	0,51%
U2 196	0,01525092		
R3 196	1,1816E-05		
U1 195	8,7957E-05	0,01822573	0,61%
U2 195	0,01822552		
R3 195	1,2839E-05		
U1 194	6,0194E-05	0,02002447	0,67%
U2 194	0,02002438		
R3 194	1,2814E-05		
U1 193	0,00010832	0,0212068	0,71%
U2 193	0,02120653		
R3 193	1,472E-05		
U1 192	4,6428E-05	0,0207565	0,69%
U2 192	0,02075645		
R3 192	1,4913E-05		
U1 191	8,1073E-05	0,01298917	0,43%
U2 191	0,01298891		
R3 191	1,5563E-05		

DISEÑO

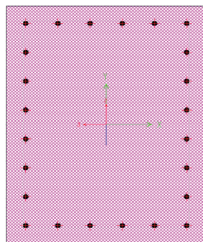
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta



ANEXO 2.6

Diseño de columnas - Central - Nivel 1 a 4

2020



MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,6	m
Altura	0,8	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	85	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm

¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

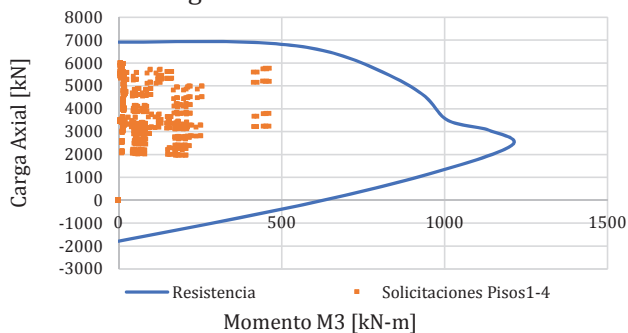
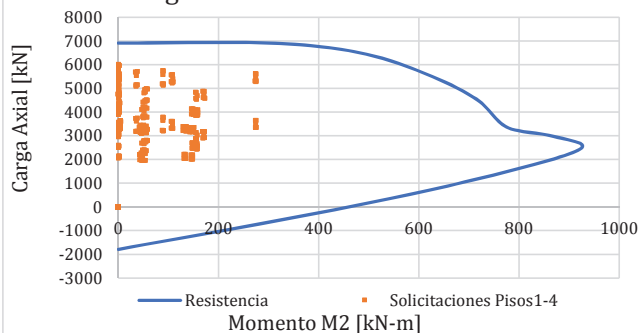


Diagrama de Interacción P-M2



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	250	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	273,4	mm ²
V_{c2}	404,8	KN
V_{s2}	1434,2	KN
ϕV_{n2}	1379,2	KN
V_{u2}	1330,0	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	350	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	380,0	mm ²
V_{c3}	395,8	KN
V_{s3}	1051,7	KN
ϕV_{n3}	1085,7	KN
V_{u3}	1020,0	KN
Revisión	✓	-

DISEÑO

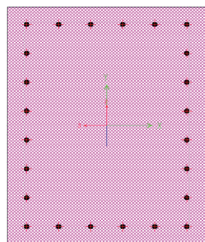
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta



ANEXO 2.6

Diseño de columnas - Central - Nivel 5 a 8

2020



MATERIALES

f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,6	m
Altura	0,8	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	85	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

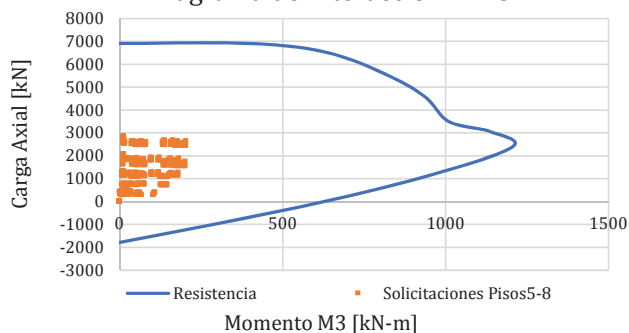
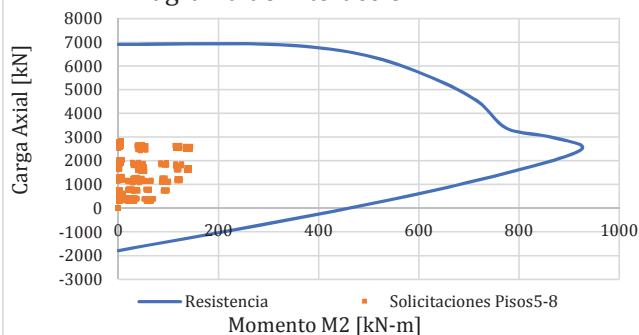


Diagrama de Interacción P-M2



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2

Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	250	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	273,4	mm ²
V_{c2}	404,8	KN
V_{s2}	1434,2	KN
ϕV_{n2}	1379,2	KN
V_{u2}	1330	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3

Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	350	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	380,0	mm ²
V_{c3}	395,8	KN
V_{s3}	1051,7	KN
ϕV_{n3}	1085,7	KN
V_{u3}	1020	KN
Revisión	✓	-

DISEÑO

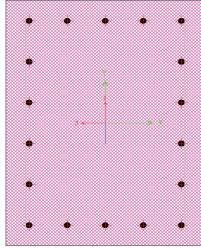
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta



ANEXO 2.6

Diseño de columnas - Medianera - Nivel 1 a 4

2020



MATERIALES

f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa

GEOMETRÍA

Base	0,5	m
Altura	0,7	m
Recubrimiento	0,05	m

CUANTÍA REQUERIDA

Cuantía	1,0	%
---------	-----	---

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	5	un
Separación	100	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	4	un
Separación	120	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm

¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

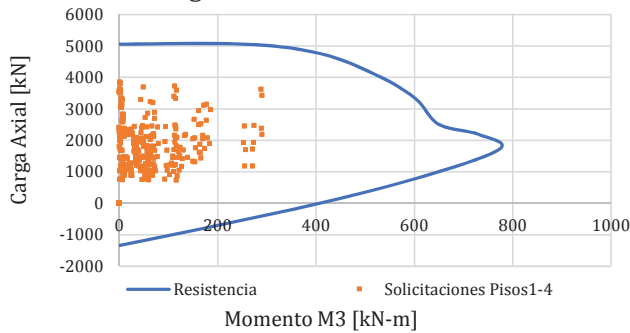
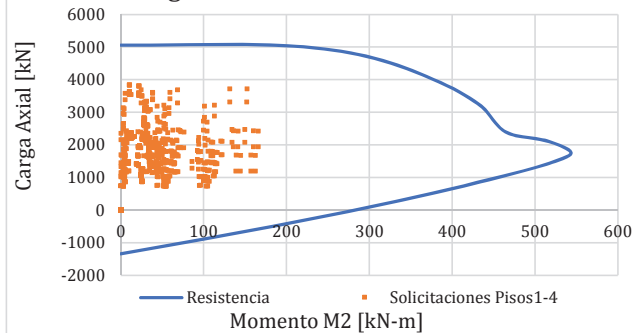


Diagrama de Interacción P-M2



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2

Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	200	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	253,7	mm ²
V_{c2}	292,4	KN
V_{s2}	1320,6	KN
ϕV_{n2}	1209,7	KN
V_{u2}	855,8333	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3

Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	300	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	376,6	mm ²
V_{c3}	283,4	KN
V_{s3}	914,3	KN
ϕV_{n3}	898,2	KN
V_{u3}	605,8333	KN
Revisión	✓	-

DISEÑO

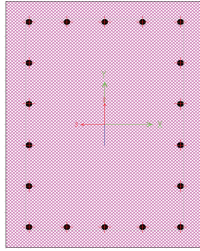
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta



ANEXO 2.6

Diseño de columnas - Medianera - Nivel 5 a 8

2020



MATERIALES

f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,5	m
Altura	0,7	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	5	un
Separación	100	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	4	un
Separación	120	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

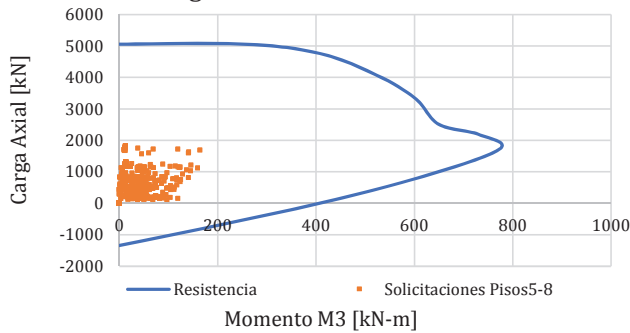
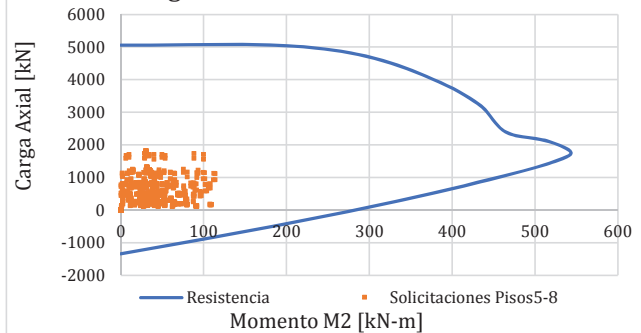


Diagrama de Interacción P-M2



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2

Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	200	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	253,7	mm ²
V_{c2}	292,4	KN
V_{s2}	1320,6	KN
ϕV_{n2}	1209,7	KN
V_{u2}	855,8333	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3

Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	300	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	376,6	mm ²
V_{c3}	283,4	KN
V_{s3}	914,3	KN
ϕV_{n3}	898,2	KN
V_{u3}	605,8333	KN
Revisión	✓	-

DISEÑO

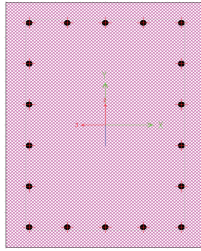
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta



ANEXO 2.6

Diseño de columnas - Disipación - Nivel 1 a 4

2020



MATERIALES

f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,5	m
Altura	0,7	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	3,3	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	9	
Cantidad/Cara	5	un
Separación	100	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	9	
Cantidad/Cara	4	un
Separación	120	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	116,7	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

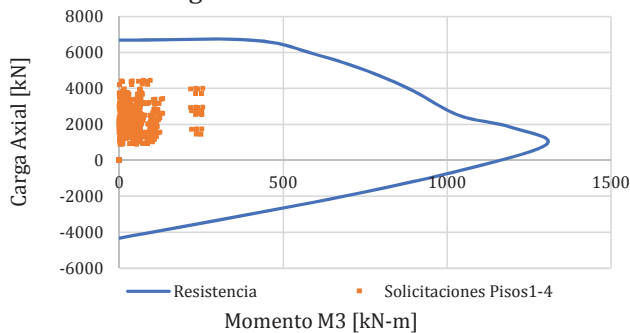
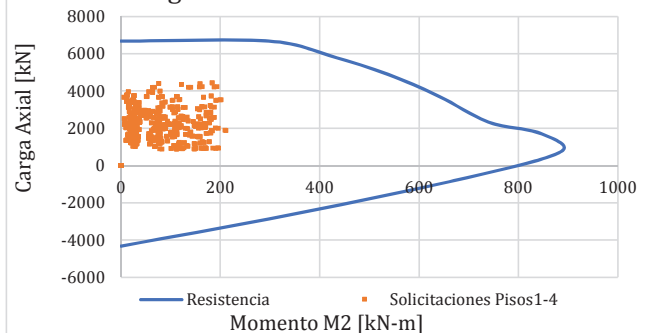


Diagrama de Interacción P-M2



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2

Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	200	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	253,7	mm ²
V_{c2}	292,4	KN
V_{s2}	1320,6	KN
ϕV_{n2}	1209,7	KN
V_{u2}	855,8333	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3

Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	300	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	376,6	mm ²
V_{c3}	283,4	KN
V_{s3}	914,3	KN
ϕV_{n3}	898,2	KN
V_{u3}	605,8333	KN
Revisión	✓	-

DISEÑO

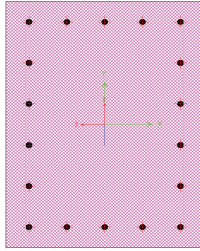
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta



ANEXO 2.6

Diseño de columnas - Disipación - Nivel 5 a 8

2020



MATERIALES

f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa

GEOMETRÍA

Base	0,5	m
Altura	0,7	m
Recubrimiento	0,05	m

CUANTÍA REQUERIDA

Cuantía	3,3	%
---------	-----	---

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	9	
Cantidad/Cara	5	un
Separación	100	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	9	
Cantidad/Cara	4	un
Separación	120	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	116,7	mm

¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

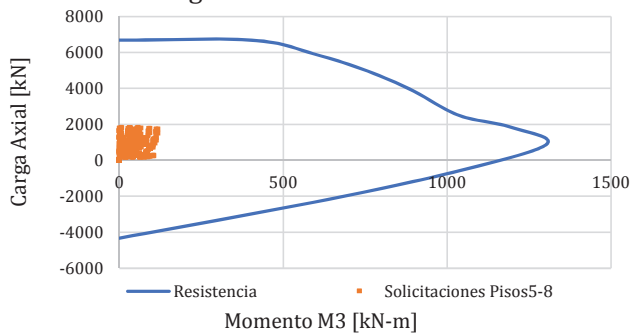
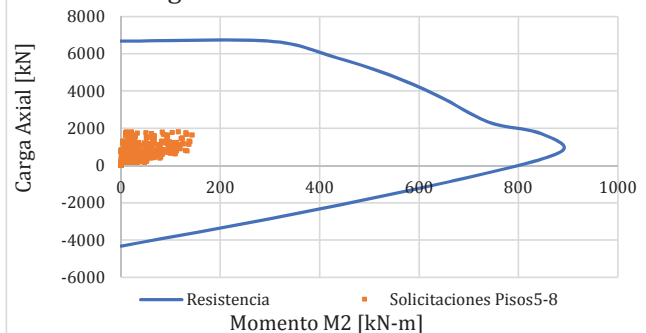


Diagrama de Interacción P-M2



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2

Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	200	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	253,7	mm ²
V_{c2}	292,4	KN
V_{s2}	1320,6	KN
ϕV_{n2}	1209,7	KN
V_{u2}	855,8333	KN
Revisión	✓	-


CORTANTE DIRECCIÓN V3

Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	300	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	376,6	mm ²
V_{c3}	283,4	KN
V_{s3}	914,3	KN
ϕV_{n3}	898,2	KN
V_{u3}	605,8333	KN
Revisión	✓	-

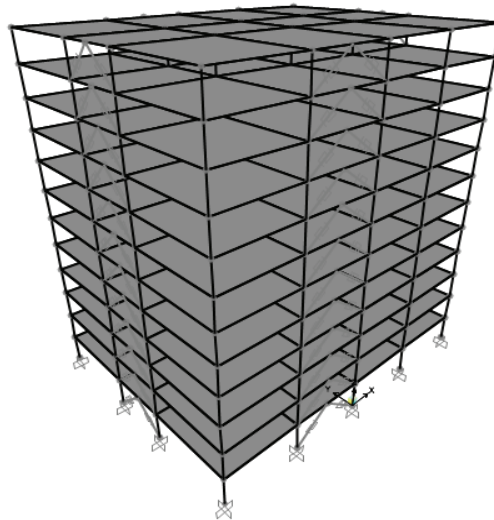
f_c [MPa]	28
f_y [MPa]	420
B [m]	0,50
h [m]	0,60
d [m]	0,56

Nivel	Beam	Loc	V [kN]	Vp [kN]	No. Var	# de ramas	Av [cm ²]	s [m]	ϕVn [kN]	M [kN-m]	No. Var	cantidad	ρ	As [cm ²]	ϕMn [kN-m]	
PB	VG-1	0,35	14,531	239,762171	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	116,7918	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,65	68,306	265,915889	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	126,4891	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,35	-77,224	265,915889	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-207,0375	7	5	0,0069	19,350	384,55
		7,65	-19,725	239,762171	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-165,7945	5	6	0,0043	11,940	243,21
PA	VG-1	0,35	3,219	232,440787	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	77,7208	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,65	55,244	232,440787	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	109,314	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,35	-72,229	232,440787	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-187,745	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,65	-13,878	232,440787	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-118,4368	5	5	0,0036	9,950	204,00
PB	VG-2	0,35	20,518	235,314875	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	127,0048	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,15	71,486	235,314875	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	125,4205	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,35	-74,335	235,314875	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-185,735	5	6	0,0043	11,940	243,21
		7,15	-22,487	235,314875	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-167,7693	5	6	0,0043	11,940	243,21
PA	VG-2	0,35	13,643	227,455153	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	101,6787	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,15	65,08	227,455153	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	97,3957	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,35	-65,26	227,455153	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-153,8369	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,15	-13,881	227,455153	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-148,1353	5	5	0,0036	9,950	204,00
PB	VG-3	0,25	12,552	339,84486	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	112,2909	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,7	67,922	347,018834	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	114,6117	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,25	-72,436	347,018834	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-190,8534	5	6	0,0043	11,940	243,21
		7,7	-15,112	339,84486	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-166,8244	5	5	0,0036	9,950	204,00
PA	VG-3	0,25	1,77	339,84486	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	71,3399	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,7	56,111	339,84486	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	87,632	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,25	-65,993	339,84486	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-165,9474	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,7	-7,629	339,84486	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-123,6012	5	5	0,0036	9,950	204,00
PB	VG-4	0,3	18,388	334,084853	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	116,2254	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,2	70,744	334,084853	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	114,022	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,3	-69,818	334,084853	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-170,8901	5	6	0,0043	11,940	243,21
		7,2	-17,846	334,084853	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-173,748	5	6	0,0043	11,940	243,21
PA	VG-4	0,3	8,916	326,339041	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	83,667	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,2	61,457	326,339041	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	79,2602	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,3	-59,508	326,339041	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-135,1181	5	5	0,0036	9,950	204,00
		7,2	-7,721	326,339041	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-141,5575	5	5	0,0036	9,950	204,00
PB	VG-5	0,35	4,052	231,25982	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	101,3872	5	5	0,0036	9,950	204,00
		8,65	65,79	231,25982	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	105,6897	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,35	-71,28	231,25982	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-193,6349	5	6	0,0043	11,940	243,21
		8,65	-7,301	231,25982	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-161,6399	5	6	0,0043	11,940	243,21
PA	VG-5	0,35	-2,022	224,82053	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	73,5725	5	5	0,0036	9,950	204,00
		8,65	59,226	224,82053	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	88,2323	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,35	-67,097	224,82053	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-175,5097	5	5	0,0036	9,950	204,00
		8,65	-2,849	224,82053	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-137,291	5	5	0,0036	9,950	204,00
PB	VG-6	0,7	79,334	790,420273	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	142,7503	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		5,65	37,289	790,420273	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	151,3165	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		0,7	-40,063	790,420273	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	-109,9274	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		5,65	-69,542	790,420273	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	-111,8379	8	14	0,0255	71,400	1170,31
PA	VG-6	0,7	33,029	790,420273	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	71,9344	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		5,65	28,034	790,420273	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	74,6307	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		0,7	-28,656	790,420273	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	-65,1589	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		5,65	-26,815	790,420273	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	-68,0457	8	14	0,0255	71,400	1170,31
PB	VG-7	0,25	6,964	379,932914	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	109,7561	5	5	0,0036	9,950	204,00
		8,6	69,644	379,932914	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	109,2834	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,25	-71,754	379,932914	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-198,3748	5	6	0,0043	11,940	243,21
		8,6	-8,161	379,932914	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-184,0976	5	6	0,0043	11,940	243,21
PA	VG-7	0,25	-0,55	373,532183	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	77,7431	5	5	0,0036	9,950	204,00
		8,6	61,655	373,532183	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	84,4506	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,25	-66,094	373,532183	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-174,0156	5	5	0,0036	9,950	204,00
		8,6	-2,041	373,532183	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-151,3708	5	5	0,0036	9,950	204,00
PB	VG-8	0,4	60,32	300,501941	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	186,3245	7	5	0,0069	19,350	384,55
		5,6	99,608	300,501941	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	186,5081	7	5	0,0069	19,350	384,55
		0,4	-99,724	300,501941	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-219,9208	7	5	0,0069	19,350	384,55
		5,6	-60,387	300,501941	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-219,628	7	5	0,0069	19,350	384,55
PA	VG-8	0,4	40,499	206,514154	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	134,8745	5	5	0,0036	9,950	204,00
		5,6	79,804	206,514154	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	134,8981	5	5	0,0036	9,950	204,00
		0,4	-79,823	206,514154	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-168,0439	5	5	0,0036	9,950	204,00
		5,6	-40,505	206,514154	3	2	1,42	0,12	393,94	Ok!!!	-168,0006	5	5	0,0036	9,950	204,00
PB	VG-9	0,7	45,438	589,372448	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	121,1151	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		7,15	27,264	589,372448	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	121,355	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		0,7	-28,106	589,372448	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	-86,0618	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		7,15	-38,078	589,372448	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	-87,9435	8	14	0,0255	71,400	1170,31
PA	VG-9	0,7	16,028	589,372448	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	63,9264	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		7,15	24,548	589,372448	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	55,3947	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		0,7	-22,518	589,372448	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	-53,0242	8	14	0,0255	71,400	1170,31
		7,15	-9,2	589,372448	4	4	5,16	0,12	943,72	Ok!!!	-58,1136	8	14	0,0255	71,400	1170,31

C. Anexo 3: Análisis y Diseño de la estructura de 12 pisos

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.1.1	Datos de análisis estructural	2020

MODELO ESTRUCTURAL



SECCIONES

SECCION	TIPO
V50X60	VIGAS

SECCION	TIPO
C90X70	COLUMNA CENTRALES
C80X60	COLUMNA LATERALES

MATERIALES

CONCRETO COLUMNAS		CONCRETO VIGAS		ACERO REFUERZO	
f'c [MPa]	28	f'c [MPa]	28	fy [MPa]	420
Ec [MPa]	24870	Ec [MPa]	24870	Es [MPa]	200000

AVALUO DE CARGAS


CARGA MUERTA

	[kN/m ²]	[kg/m]
Cielo Raso en PVC (e=15mm)	0,22	
Loseta Superior	1,2	
Viguetas	1,2	
Acabados y mortero de nivelación	1,1	
Muros interiores	2,5	
Sobreimpuesta	6,22	

Cielo Raso en PVC (e=15mm)	0,22	
Loseta Superior	1,20	
Viguetas	1,20	
Acabados y mortero de nivelación	1,10	
Impermeabilizante	0,10	
Sobreimpuesta cubierta	3,82	

CARGA VIVA

	[kN/m ²]	[kg/m]
Viva	2,0	
Viva cubierta (Terraza)	2,0	

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.1.2	Verificación carga vertical modelo	2020

PESO PROPIO

Vigas

Seccion	B [m]	H[m]	L[m]	F.M	W [kN]
V50X60	0,50	0,60	2928,00	1,00	21081,60
Σ					21081,60

Columnas

Seccion	B [m]	H[m]	L[m]	W [kN]
C90X70	0,9	0,7	216	3265,92
C80X60	0,8	0,6	504	5806,08
Σ				9072,00

	A Mano [kN]	ETABS [kN]	Error
Peso Propio Estructura [kN]	30153,6	30153,60	0,00%

CARGA MUERTA SOBRE IMPUESTA


Carga	w [kN/m ² - kN/m - kN]	A , L [m ² - m]	Manual [kN]	ETABS [kN]	Error
Sobreimpuesta	6,22	8184,00	50904,48	53746,12	0,00%
Sobreimpuesta cubierta	3,82	744,00	2842,08		
Σ			53746,56	53746,12	0,00%

CARGA VIVA

Carga	w [kN/m ² - kN/m - kN]	A , L [m ² - m]	Manual [kN]	ETABS [kN]	Error
Viva	2,00	8184,00	16368,00	16368,00	0,00%
Viva cubierta (Terraza)	2,00	744,00	1488,00	1488,00	0,00%
Σ			17856,00	17856,00	0,00%

Carga Vertical Total

	A Mano [kN]	SAP [kN]	Error
Carga Muerta [kN]	83900	83900	0,00%
Carga Viva [kN]	17856	17856	0,00%
Σ	101756	101756	0,00%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.1.3	Irregularidades	2020

Irregularidades en planta

Irregularidad Torsional:

SISMO X			
PUNTO	X [m]	Y [m]	Δ [m]
13	0,24863	0,02336	0,24972
76	0,24868	0,02336	0,24977
349	0,24863	0,02337	0,24972
412	0,24868	0,02337	0,24977

SISMO Y			
PUNTO	X [m]	Y [m]	Δ [m]
13	0,02275	0,28175	0,28266
76	0,02276	0,28175	0,28266
349	0,02275	0,28193	0,28285
412	0,02276	0,28193	0,28285

Irregularidad Torsional en Y						
PUNTOS	$\Delta 1$ [m]	$\Delta 2$ [m]	criterios		VERIFICACIÓN	
			C1 [m]	C2 [m]		
			1.2 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1.4 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1aP	1bP
13-76	0,24972	0,24977	0,29970	0,34965	Ok!!!	Ok!!!
76-349	0,24977	0,24972	0,29970	0,34965	Ok!!!	Ok!!!
349-412	0,24972	0,24977	0,29970	0,34965	Ok!!!	Ok!!!
412-13	0,24977	0,24977	0,29973	0,34968	Ok!!!	Ok!!!

Irregularidad Torsional en X						
PUNTOS	$\Delta 1$ [m]	$\Delta 2$ [m]	criterios		VERIFICACIÓN	
			C1 [m]	C2 [m]		
			1.2 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1.4 $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$	1aP	1bP
13-76	0,28266	0,28266	0,33920	0,39573	Ok!!!	Ok!!!
76-349	0,28266	0,28285	0,33931	0,39586	Ok!!!	Ok!!!
349-412	0,28285	0,28285	0,33942	0,39599	Ok!!!	Ok!!!
412-13	0,28285	0,28266	0,33931	0,39586	Ok!!!	Ok!!!

Según lo anterior NO se presenta Irregularidad Torsional.

Torsión Accidental

δ_{max_x} [m]=	0,24977	δ_{max_y} [m]=	0,28285
1.2 δ_{prom} =	0,300	1.2 δ_{prom} =	0,339
Ay=	1,000	Ax=	1,000
Torsion y =	5,0%	Torsion x =	5,0%

Retrocesos en las esquinas

A [m]=	N/A	Ok!!!
B [m]=	N/A	
C [m]=	N/A	
D [m]=	N/A	


Según lo anterior NO se presenta irregularidad por retrocesos en las esquinas.

Irregularidades en el diafragma:

1) $C \times D > 0.5 A \times B$		
A [m] =	N/A	Ok!!!
B [m] =	N/A	
C [m] =	N/A	
D [m] =	N/A	

2) $(C \times D \times E) > 0.5 A \times B$		
A [m] =	N/A	Ok!!!
B [m] =	N/A	
C [m] =	N/A	
D [m] =	N/A	
E [m] =	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad en el diafragma.

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.1.3	Irregularidades	2020

Desplazamientos de los planos de acción:

Esta irregularidad NO APLICA para esta estructura ya que no existen discontinuidades en las trayectorias de las fuerzas inducidas por el sismo.

Desplazamientos de los planos de acción:

Sistemas no paralelos:

Esta irregularidad NO APLICA para esta estructura ya que no existen discontinuidades en los ejes paralelos del sistema estructural.

Irregularidades en Altura

Piso flexible:

Esta irregularidad "No Aplica para la edificación ya que todos los elementos verticales son continuos en toda la altura del edificio.

Distribución de masa:

Masa piso superior [kg-masa] =	N/A	Ok!!!
Masa piso inferior [kg-masa] =	N/A	
Masa piso analizado [kg-masa] =	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Irregularidad geométrica:

a [m] =	N/A	Ok!!!
b [m] =	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Desplazamientos dentro del plano de acción de la carga:

a [m] =	N/A	Ok!!!
b [m] =	N/A	


Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Piso débil:

		Piso débil	Piso débil extremo
Area de columnas piso analizado [m2]=	N/A	Ok!!!	Ok!!!
Area de columnas piso superior [m2]=	N/A		

Según lo anterior NO se presenta irregularidad por Piso Débil.

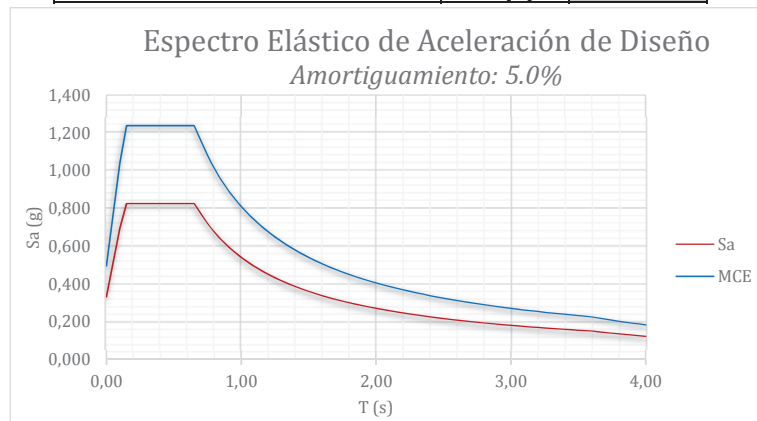
Regular

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.1.4	Calculo cargas de sismo	2020

PARAMETROS SISMICOS

	NSR-10
Aa	0,30
Av	0,30
I	1,00
Fa	1,10
Fv	1,50
T _C	0,65
T _L	3,60
Ro	7,00

Altura de La estructura	hn [m]	36,00
-------------------------	--------	-------



Según el análisis modal se tiene que:

T1 [seg]	1,34
-----------------	-------------

T2 [seg]	1,24
-----------------	-------------

Norma NSR - 10 ; Cap. A.4


Ct	0,047	s/n A.4.2-3
α	0,90	
Ta [seg]	1,18	
Cu	1,21	
Cu*Ta [seg]	1,43	

Periodos Definitivos en Cada Dirección

	T [seg]	Sa NSR-10	K	Vs
Y	1,34	0,40	1,42	36655,41
X	1,24	0,44	1,37	33709,89

Tx [seg]	1,34
T_{DEF} [seg]	1,34
Aceleración espectral	
Sa NSR-10	0,402 g
K =	1,42

Ty [seg]	1,24
T_{DEF} [seg]	1,24
Aceleración espectral	
Sa NSR-10	0,437 g
K =	1,37

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.1.4	Calculo cargas de sismo	2020

ANALISIS SISMICO NSR-10 (DIRECCIÓN X)

Nivel	W [kN]	h [m]	h acum. [m]	W* h _{acm} ^K	Cv	Fi [kN]
STORY12	5354,88	3,00	36,00	720728	0,141	4746,75
STORY11	7140,48	3,00	33,00	853207	0,167	5619,27
STORY10	7140,48	3,00	30,00	748909	0,146	4932,36
STORY9	7140,48	3,00	27,00	648385	0,127	4270,30
STORY8	7140,48	3,00	24,00	551895	0,108	3634,81
STORY7	7140,48	3,00	21,00	459752	0,090	3027,95
STORY6	7140,48	3,00	18,00	372340	0,073	2452,25
STORY5	7140,48	3,00	15,00	290148	0,057	1910,93
STORY4	7140,48	3,00	12,00	213820	0,042	1408,23
STORY3	7140,48	3,00	9,00	144255	0,028	950,07
STORY2	7140,48	3,00	6,00	82840	0,016	545,59
STORY1	7140,48	3,00	3,00	32094	0,006	211,38
Σ =	83900			5118374	1,000	33709,89

ANALISIS ESPECTRAL (DIRECCIÓN X)


	Sismo X			Verificación FHE		
	Vx Sx [kN]	VySx [kN]	V Sx [kN]	.8Vsx [kN]	Factor de mayoración	
Sismo	29976,758	0,124	29976,76	26967,909	1,00	

ANALISIS SISMICO NSR-10 (DIRECCIÓN Y)

Nivel	W [kN]	h [m]	h acum. [m]	W* h _{acm} ^K	Cv	Fi [kN]
STORY12	5354,88	3,00	36,00	720728	0,141	5161,52
STORY11	7140,48	3,00	33,00	853207	0,167	6110,27
STORY10	7140,48	3,00	30,00	748909	0,146	5363,34
STORY9	7140,48	3,00	27,00	648385	0,127	4643,43
STORY8	7140,48	3,00	24,00	551895	0,108	3952,41
STORY7	7140,48	3,00	21,00	459752	0,090	3292,53
STORY6	7140,48	3,00	18,00	372340	0,073	2666,53
STORY5	7140,48	3,00	15,00	290148	0,057	2077,91
STORY4	7140,48	3,00	12,00	213820	0,042	1531,28
STORY3	7140,48	3,00	9,00	144255	0,028	1033,09
STORY2	7140,48	3,00	6,00	82840	0,016	593,26
STORY1	7140,48	3,00	3,00	32094	0,006	229,85
Σ =	83900			5118374	1,000	36655,41

ANALISIS ESPECTRAL (DIRECCIÓN Y)

	Sismo X			Verificación FHE		
	Vx Sy [kN]	VySy [kN]	V Sy [kN]	.8Vsy [kN]	Factor de mayoración	
Sismo	0,123	29812,350	29812,35	29324,328	1,00	

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.1.4	Calculo cargas de sismo	
		2020

PARTICIPACIÓN MODAL

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	1,344	0,000	0,773	0,00	0,77
2	1,236	0,781	0,000	0,78	0,77
3	0,990	0,000	0,000	0,78	0,77
4	0,429	0,000	0,123	0,78	0,90
5	0,401	0,119	0,000	0,90	0,90
6	0,321	0,000	0,000	0,90	0,90
7	0,235	0,000	0,040	0,90	0,94
8	0,223	0,039	0,000	0,94	0,94
9	0,178	0,000	0,000	0,94	0,94
10	0,158	0,000	0,021	0,94	0,96
11	0,152	0,020	0,000	0,96	0,96
12	0,150	0,000	0,000	0,96	0,96


Ok!!!

INDICE DE ESTABILIDAD (DIRECCIÓN X)

	Pi [kN]	Vi [kN]	hi [m]	Δ_{cm} [m]	Qi	Verificación
STORY12	6842,88	4746,75	3,00	0,008	0,004	Ok
STORY11	15471,36	10366,02	3,00	0,011	0,006	Ok
STORY10	24099,84	15298,38	3,00	0,015	0,008	Ok
STORY9	32728,32	19568,68	3,00	0,017	0,010	Ok
STORY8	41356,80	23203,49	3,00	0,020	0,012	Ok
STORY7	49985,28	26231,44	3,00	0,022	0,014	Ok
STORY6	58613,76	28683,69	3,00	0,024	0,016	Ok
STORY5	67242,24	30594,63	3,00	0,025	0,018	Ok
STORY4	75870,72	32002,85	3,00	0,025	0,020	Ok
STORY3	84499,20	32952,92	3,00	0,025	0,021	Ok
STORY2	93127,68	33498,51	3,00	0,023	0,021	Ok
STORY1	101756,16	33709,89	3,00	0,014	0,014	Ok

INDICE DE ESTABILIDAD (DIRECCIÓN Y)

	Pi [kN]	Vi [kN]	hi [m]	Δ_{cm} [m]	Qi	Verificación
STORY12	6842,88	5161,52	3,00	0,010	0,004	Ok
STORY11	15471,36	11271,79	3,00	0,013	0,006	Ok
STORY10	24099,84	16635,13	3,00	0,017	0,008	Ok
STORY9	32728,32	21278,56	3,00	0,019	0,010	Ok
STORY8	41356,80	25230,98	3,00	0,022	0,012	Ok
STORY7	49985,28	28523,51	3,00	0,024	0,014	Ok
STORY6	58613,76	31190,03	3,00	0,025	0,016	Ok
STORY5	67242,24	33267,94	3,00	0,026	0,018	Ok
STORY4	75870,72	34799,22	3,00	0,027	0,019	Ok
STORY3	84499,20	35832,31	3,00	0,026	0,021	Ok
STORY2	93127,68	36425,56	3,00	0,024	0,020	Ok
STORY1	101756,16	36655,41	3,00	0,014	0,013	Ok

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.1.4	Calculo cargas de sismo	2020
VERIFICACION DE RESTRICCION AL DESPLAZAMIENTO LATERAL (DIRECCION X)		

	Pu [kN]	Vu [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY12	7914,00	864,65	3,00	0,001	0,004	arriostrado
STORY11	17970,00	1827,85	3,00	0,002	0,007	arriostrado
STORY10	28026,00	2584,52	3,00	0,003	0,009	arriostrado
STORY9	38082,00	3187,28	3,00	0,003	0,012	arriostrado
STORY8	48138,00	3686,27	3,00	0,003	0,015	arriostrado
STORY7	58194,00	4111,02	3,00	0,004	0,018	arriostrado
STORY6	68250,00	4495,15	3,00	0,004	0,021	arriostrado
STORY5	78306,00	4858,31	3,00	0,004	0,023	arriostrado
STORY4	88362,00	5195,27	3,00	0,004	0,025	arriostrado
STORY3	98418,00	5496,53	3,00	0,004	0,026	arriostrado
STORY2	108474,00	5728,92	3,00	0,004	0,026	arriostrado
STORY1	118530,00	5833,76	3,00	0,002	0,016	arriostrado

VERIFICACION DE RESTRICCION AL DESPLAZAMIENTO LATERAL (DIRECCION Y)

	Pu [kN]	Vu [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY12	7914,00	861,24	3,00	0,002	0,005	arriostrado
STORY11	17970,00	1786,63	3,00	0,002	0,007	arriostrado
STORY10	28026,00	2478,59	3,00	0,003	0,010	arriostrado
STORY9	38082,00	3001,15	3,00	0,003	0,013	arriostrado
STORY8	48138,00	3415,27	3,00	0,003	0,016	arriostrado
STORY7	58194,00	3760,22	3,00	0,004	0,019	arriostrado
STORY6	68250,00	4080,54	3,00	0,004	0,022	arriostrado
STORY5	78306,00	4402,40	3,00	0,004	0,025	arriostrado
STORY4	88362,00	4719,94	3,00	0,004	0,026	arriostrado
STORY3	98418,00	5019,18	3,00	0,004	0,027	arriostrado
STORY2	108474,00	5257,28	3,00	0,004	0,026	arriostrado
STORY1	118530,00	5364,52	3,00	0,002	0,016	arriostrado

CALCULO DEL COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACION DE ENERGIA

- Capacidad de disipación de energía

Acorde con el sistema estructural y la zona de amenaza sísmica permitida se tiene:

DES Ro =	7,00
----------	------

- Cálculo de irregularidades

Acorde con la NSR-10 Tabla A.3-6 y A.3-7, las irregularidades que existe para la estructura son:

REDUNDANCIA	SI / NO
Ausencia de Redundancia	NO
$\Phi_r =$	1,00

IRREGULARIDADES EN PLANTA	SI / NO
Irregularidad Torsional	NO
Retrocesos en las Esquinas	NO
Irregularidad en Diafragma	NO
Desplazamiento en plano de acción	NO
Sistemas No Paralelos	NO
$\Phi_p =$	1,0

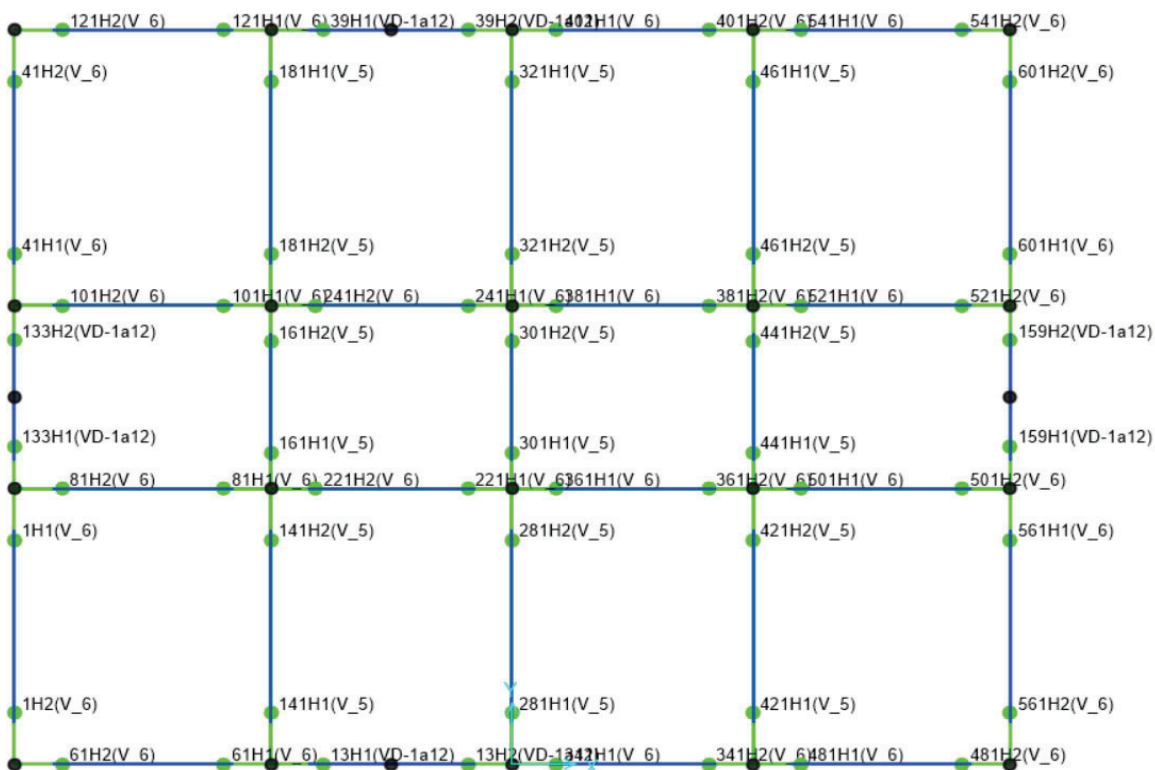
IRREGULARIDADES EN ALTURA	SI / NO
Piso Flexible	NO
Distribución de Masa	NO
Geométrica	NO
Desplazamiento en el Plano de Acción	NO
Piso Débil	NO
$\Phi_a =$	1,0

- Coeficiente de Disipación de Energía (R)

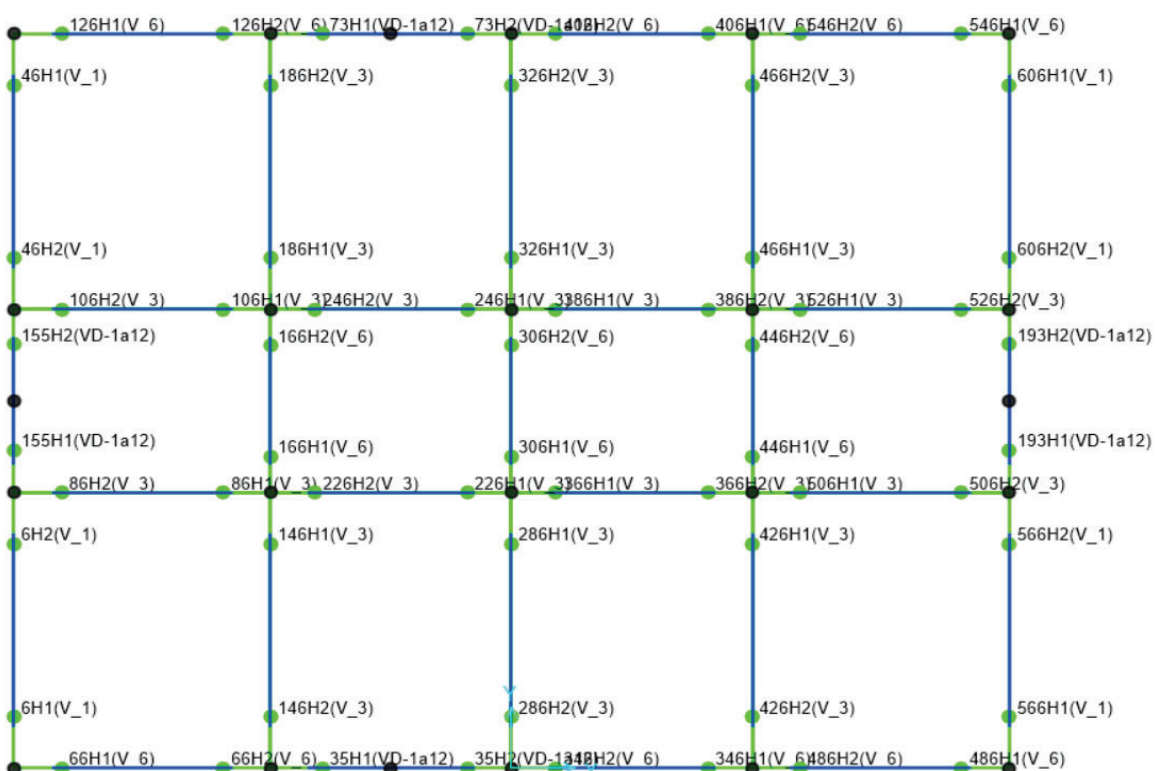
$R = Ro \times \Phi_r \times \Phi_a \times \Phi_p =$	7,00
--	------


Se tiene en cuenta una Torsión accidental del 5% en X y del 5% en Y según A.3.6.7.1 de la NSR-10.

NIVELES 1 A 4



NIVELES 4 A 8



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.1.5	Definición de refuerzos y rótulasAsignación de rótulas en planta	2020

NIVELES 9 A 12



XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T1
Loadline Name: Mx-
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4718E-17 m
Y Centroid: 4.889E-3 m
Section Area: .3000 m²

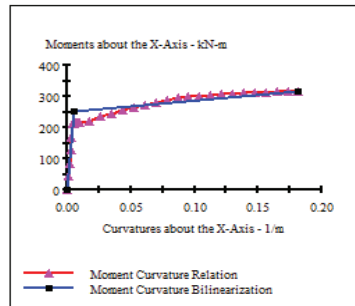
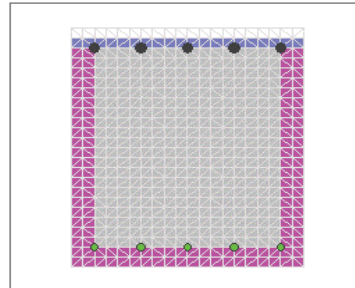
Loading Details:

Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

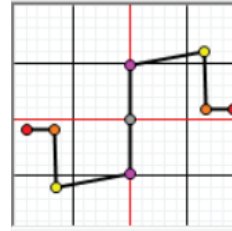
Analysis Results:

Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -4.669E-3 1/m
Ultimate Curvature: -1.819 1/m
Moment at First Yield: -212.1 kN-m
Ultimate Moment: -315.5 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8784E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 43.63E-3 Ten
N.A. at First Yield: -1.881 m
N.A. at Ultimate: -2399 m
Energy per Length: 50.77 kN
Effective Yield Curvature: 5.553E-3 1/m
Effective Yield Moment: 252.4 kN-m
Over Strength Factor: -1.250
EI Effective: 4.54E+7 N-m²
Yield EI Effective: 357.9E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7876 %
Curvature Ductility: 32.76

Comments:
User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V_1
B	0,5 m	
H	0,6 m	
Refuerzo superior		5#7
Refuerzo inferior		5#5



Momento de fluencia (+)	252,4 kN*m
Momento de fluencia (-)	461 kN*m

Momento último (+)	315,5 kN*m
Momento último (-)	564,3 kN*m

Curvatura última (+)	0,1819 1/m
Curvatura última (-)	0,2079 1/m

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T1
Loadline Name: Mx-
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4718E-17 m
Y Centroid: 4.889E-3 m
Section Area: .3000 m²

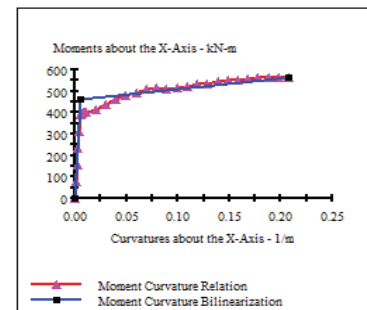
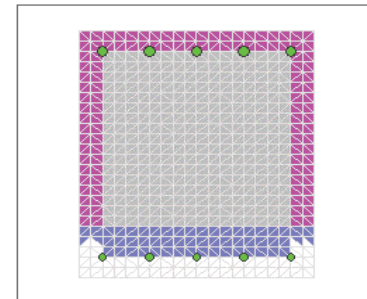
Loading Details:

Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 5.175E-3 1/m
Ultimate Curvature: .2079 1/m
Moment at First Yield: 392.3 kN-m
Ultimate Moment: 564.3 kN-m
Centroid Strain at Yield: .7999E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 39.03E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1546 m
N.A. at Ultimate: .1877 m
Energy per Length: 104.9 kN
Effective Yield Curvature: 6.082E-3 1/m
Effective Yield Moment: 461.0 kN-m
Over Strength Factor: 1.224
EI Effective: 7.58E+7 N-m²
Yield EI Effective: 511.6E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .6749 %
Curvature Ductility: 34.19

Comments:
User Comments



	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0873
D-	-0,2	-0,0625
C-	-1,22	-0,0624
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,25	0,0546
D	0,2	0,0547
E	0,2	0,0764

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T3
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4949E-17 m
Y Centroid: 2.275E-3 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

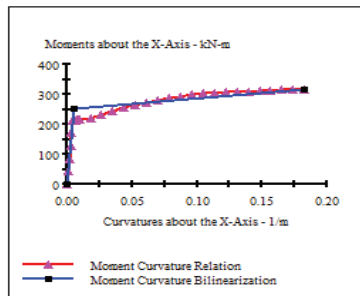
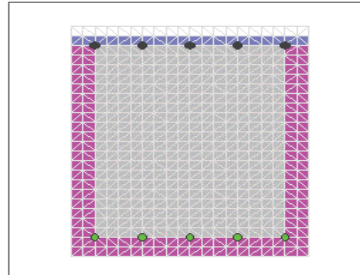
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

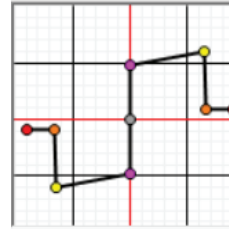
Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -4.692E-3 1/m
Ultimate Curvature: -1.829 1/m
Moment at First Yield: -212.1 kN-m
Ultimate Moment: -315.6 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8833E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 43.87E-3 Ten
N.A. at First Yield: -1.880 m
N.A. at Ultimate: -2.399 m
Energy per Length: 51.02 kN
Effective Yield Curvature: 5.585E-3 1/m
Effective Yield Moment: 252.1 kN-m
Over Strength Factor: 1.252
EI Effective: 4.51E+7 N-m²
Yield EI Effective: 358.2E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7935 %
Curvature Ductility: 32.74

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V_3
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		5#6
Refuerzo inferior		5#5



Momento de fluencia (+)	252,1 kN*m
Momento de fluencia (-)	352,2 kN*m

Momento último (+)	315,6 kN*m
Momento último (-)	431 kN*m

Curvatura última (+)	0,1829 1/m
Curvatura última (-)	0,1957 1/m

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T3
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4949E-17 m
Y Centroid: 2.275E-3 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

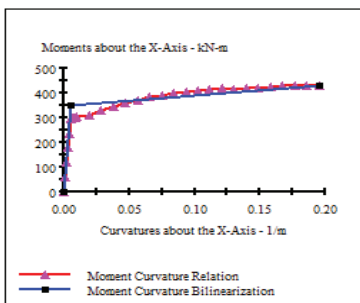
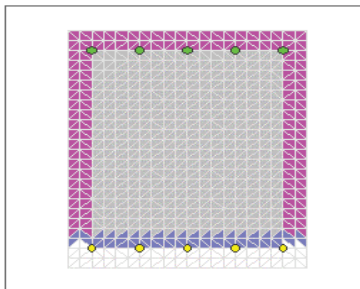
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 4.946E-3 1/m
Ultimate Curvature: 1.957 1/m
Moment at First Yield: 296.5 kN-m
Ultimate Moment: 431.0 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8432E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 41.53E-3 Ten
N.A. at First Yield: 1.705 m
N.A. at Ultimate: 2.122 m
Energy per Length: 75.36 kN
Effective Yield Curvature: 5.875E-3 1/m
Effective Yield Moment: 352.2 kN-m
Over Strength Factor: 1.224
EI Effective: 6.00E+7 N-m²
Yield EI Effective: 415.0E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .6923 %
Curvature Ductility: 35.51

Comments:

User Comments



	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0822
D-	-0,2	-0,0588
C-	-1,224	-0,0587
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,252	0,0549
D	0,2	0,0550
E	0,2	0,0768

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T4
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4785E-17 m
Y Centroid: -.2146E-17 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

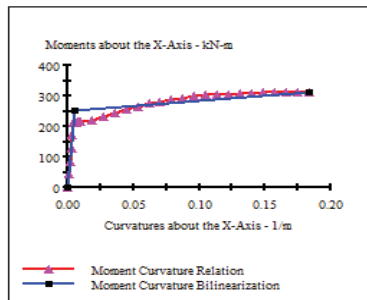
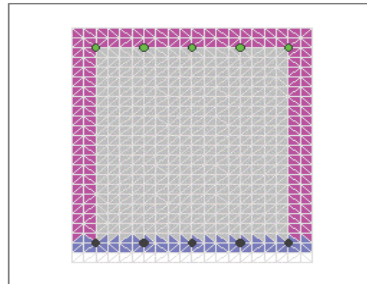
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

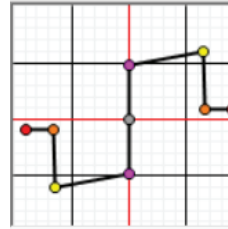
Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 4.727E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1838 1/m
Moment at First Yield: 212.4 kN-m
Ultimate Moment: 313.7 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8867E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 44.05E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1876 m
N.A. at Ultimate: .2396 m
Energy per Length: 51.15 kN
Effective Yield Curvature: 5.619E-3 1/m
Effective Yield Moment: 252.4 kN-m
Over Strength Factor: 1.243
EI Effective: 4.49E+7 N-m²
Yield EI Effective: 343.8E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7653 %
Curvature Ductility: 32.71

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V_4
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		5#5
Refuerzo inferior		5#5



Momento de fluencia (+)	252,4 kN*m
Momento último (+)	313,7 kN*m
Curvatura última (+)	0,1838 1/m

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
A	0	0
B	1	0
C	1,243	0,0551
D	0,2	0,0552
E	0,2	0,0772

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T5
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4593E-17 m
Y Centroid: -.1792E-17 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

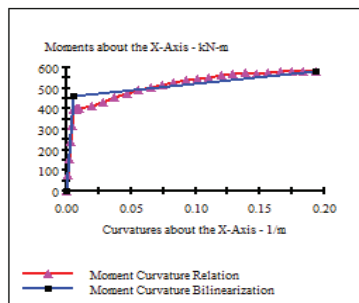
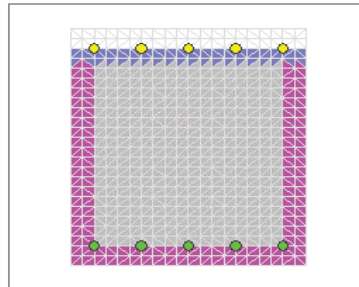
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

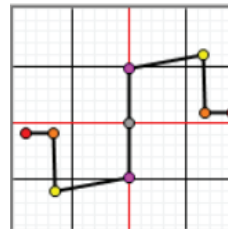
Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -5.090E-3 1/m
Ultimate Curvature: -.1933 1/m
Moment at First Yield: -393.6 kN-m
Ultimate Moment: -584.6 kN-m
Centroid Strain at Yield: .7959E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 41.67E-3 Ten
N.A. at First Yield: -.1564 m
N.A. at Ultimate: -.2156 m
Energy per Length: 99.63 kN
Effective Yield Curvature: 6.006E-3 1/m
Effective Yield Moment: 464.4 kN-m
Over Strength Factor: -1.259
EI Effective: 7.73E+7 N-m²
Yield EI Effective: 641.6E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .8398 %
Curvature Ductility: 32.19

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V_5
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		5#7
Refuerzo inferior		5#7



Momento de fluencia (+)	464,4 kN*m
Momento último (+)	584,6 kN*m
Curvatura última (+)	0,1933 1/m

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
A	0	0
B	1	0
C	1,259	0,0580
D	0,2	0,0581
E	0,2	0,0812

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

29/08/2019

Section Name: Viga T6
Loading Name: M6-
Analysis Type: Moment Curvature

Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

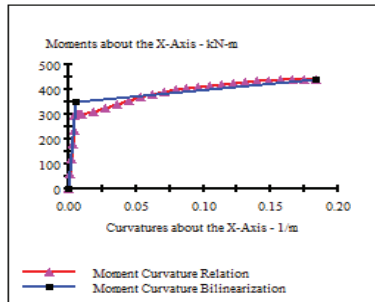
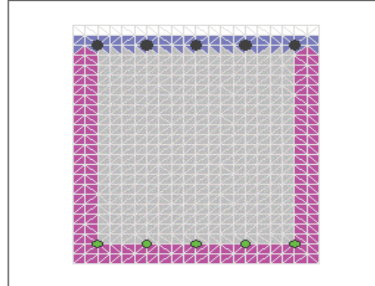
X Centroid: .4641E-17 m
Y Centroid: 2.615E-3 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

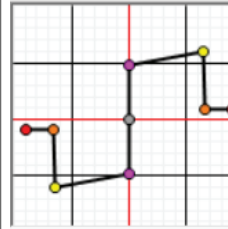
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -4.866E-3 1/m
Ultimate Curvature: -.1835 1/m
Moment at First Yield: -295.7 kN-m
Ultimate Moment: -441.0 kN-m
Centroid Strain at Yield: 8392E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 43.64E-3 Ten
N.A. at First Yield: -.1724 m
N.A. at Ultimate: -.2378 m
Energy per Length: 71.12 kN
Effective Yield Curvature: 5.725E-3 1/m
Effective Yield Moment: 347.9 kN-m
Over Strength Factor: -1.267
EI Effective: 6.08E+7 N-m²
Yield EI Effective: 523.3E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .8612 %
Curvature Ductility: 32.05



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V_6
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		5#7
Refuerzo inferior		5#6



Momento de fluencia (+)	347,9 kN*m
Momento de fluencia (-)	463 kN*m
Momento último (+)	441 kN*m
Momento último (-)	574,7 kN*m
Curvatura última (+)	0,1835 1/m
Curvatura última (-)	0,1986 1/m

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

31/08/2019

Section Name: Viga T6
Loading Name: M6-
Analysis Type: Moment Curvature

Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

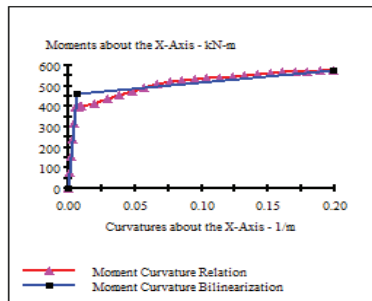
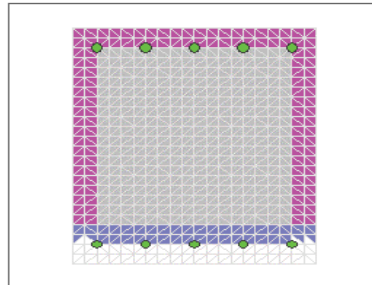
X Centroid: .1331E-16 m
Y Centroid: 2.615E-3 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 5.138E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1986 1/m
Moment at First Yield: 393.7 kN-m
Ultimate Moment: 574.7 kN-m
Centroid Strain at Yield: .7974E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 40.83E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1552 m
N.A. at Ultimate: .2059 m
Energy per Length: 101.3 kN
Effective Yield Curvature: 6.042E-3 1/m
Effective Yield Moment: 463.0 kN-m
Over Strength Factor: 1.241
EI Effective: 7.66E+7 N-m²
Yield EI Effective: 580.2E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7571 %
Curvature Ductility: 32.86



	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0834
D-	-0,2	-0,0597
C-	-1,241	-0,0596
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,268	0,0551
D	0,2	0,0552
E	0,2	0,0771

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: VIGA50x60-2.8%

15/10/2019

Loading Name: Mx

Secciones

Analysis Type: Moment Curvature

Page __ of __

Section Details:

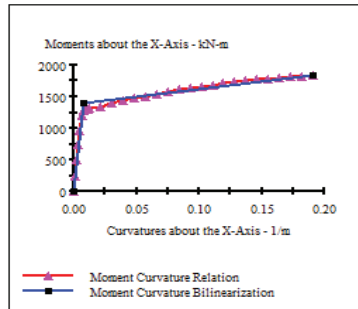
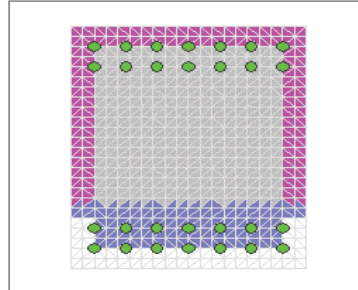
X Centroid: .3847E+17 m
Y Centroid: -.5278E+18 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

Incrementing Load: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 6.206E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1910 1/m
Moment at First Yield: 1193 kN-m
Ultimate Moment: 1838 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5170E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 26.15E-3 Ten
N.A. at First Yield: 83.31E-3 m
N.A. at Ultimate: .1369 m
Energy per Length: 302.9 kN
Effective Yield Curvature: 7.306E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1405 kN-m
Over Strength Factor: 1.308
EI Effective: 1.92E+8 N-m²
Yield EI Effective: 2.359E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 1.227 %
Curvature Ductility: 26.14



Comments:

User Comments

SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	VD_1a12
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		14#8
Refuerzo inferior		14#8



Momento de fluencia	1405 kN*m
Momento de fluencia (-)	1405 kN*m

Momento último (+)	1838 kN*m
Momento último (-)	1838 kN*m

Curvatura última (+)	0,191 1/m
Curvatura última (-)	0,191 1/m

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0802
D-	-0,2	-0,0574
C-	-1,308	-0,0573
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,308	0,0573
D	0,2	0,0574
E	0,2	0,0802

Carga máxima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 3,2%
Loading Name: P-max
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .3550E-17 m
Y Centroid: -4.349E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

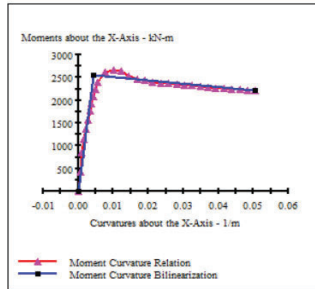
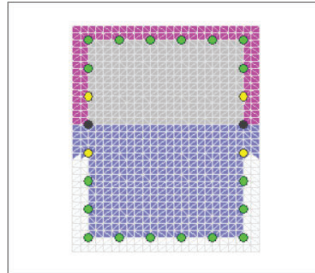
Constant Load - P: 5376 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.9983E-10 1/m
Curvature at First Yield: 2.760E-3 1/m
Ultimate Curvature: 50.63E-3 1/m
Moment at First Yield: 1575 kN-m
Ultimate Moment: 2214 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3188E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 2.703E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1155 m
N.A. at Ultimate: -.53.36E-3 m
Energy per Length: 115.5 kN
Effective Yield Curvature: 4.457E-3 1/m
Effective Yield Moment: 2543 kN-m
Over Strength Factor: .8704
EI Effective: 5.71E+8 N-m²
Yield EI Effective: -7.142E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.252 %
Curvature Ductility: 11.36

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C80X60	COLUMNA	CD 80x60 3.2%
B		0,8 m
H		0,6 m

Refuerzo longitudinal	6#9-6#9
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	5376 kN

Carga máxima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 3,2%
Loading Name: P-max 45
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .3550E-17 m
Y Centroid: -4.349E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

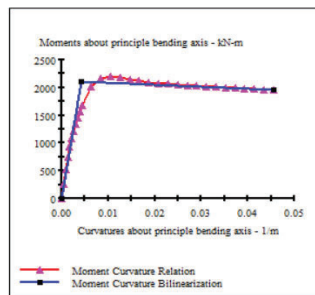
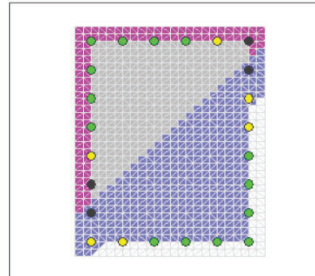
Constant Load - P: 5376 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .5262E-6 1/m
Curvature at First Yield: 2.164E-3 1/m
Ultimate Curvature: 45.55E-3 1/m
Moment at First Yield: 1085 kN-m
Ultimate Moment: 1960 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3670E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 1.213E-3 Comp
N.A. at First Yield: -1.699 m
N.A. at Ultimate: -26.62E-3 m
Energy per Length: 88.67 kN
Effective Yield Curvature: 4.217E-3 1/m
Effective Yield Moment: 2115 kN-m
Over Strength Factor: .9266
EI Effective: 5.02E+8 N-m²
Yield EI Effective: -3.757E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -.7491 %
Curvature Ductility: 10.80

Comments:

User Comments



Carga máxima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 3,2%
Loading Name: P-max 90
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .3550E-17 m
Y Centroid: -4.349E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

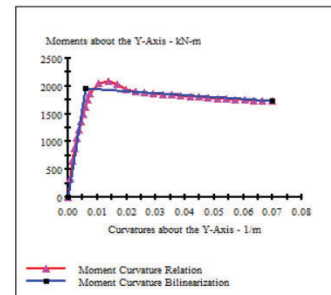
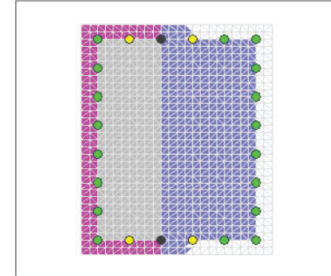
Constant Load - P: 5376 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .7442E-6 1/m
Curvature at First Yield: 3.707E-3 1/m
Ultimate Curvature: 69.77E-3 1/m
Moment at First Yield: 1220 kN-m
Ultimate Moment: 1730 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3188E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 3.139E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.86.02E-3 m
N.A. at Ultimate: -.45.00E-3 m
Energy per Length: 123.8 kN
Effective Yield Curvature: 5.900E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1960 kN-m
Over Strength Factor: .8794
EI Effective: 3.29E+8 N-m²
Yield EI Effective: -3.720E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.130 %
Curvature Ductility: 11.87

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 3.2%
Loading Name: P-min
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -3550E-17 m
Y Centroid: -4.349E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

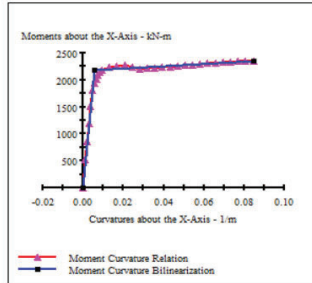
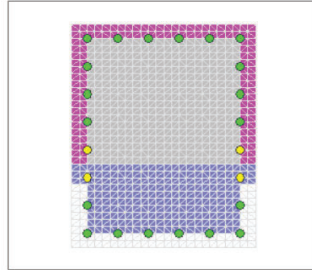
Constant Load - P: 1344 kN
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -3.485E-11 1/m
Curvature at First Yield: 4.663E-3 1/m
Ultimate Curvature: 84.55E-3 1/m
Moment at First Yield: 1810 kN-m
Ultimate Moment: 2359 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4365E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 8.887E-3 Ten
N.A. at First Yield: 93.61E-3 m
N.A. at Ultimate: .1051 m
Energy per Length: 185.3 kN
Effective Yield Curvature: 5.624E-3 1/m
Effective Yield Moment: 2183 kN-m
Over Strength Factor: 1.081
EI Effective: 3.88E+8 N-m²
Yield EI Effective: 2.231E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .5748 %
Curvature Ductility: 15.03

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C80X60	COLUMNA	CD 80x60 3.2%
B		0,8 m
H		0,6 m

Refuerzo longitudinal	6#9-6#9
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	1344 kN

Carga mínima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 3.2%
Loading Name: P-min 45
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -3550E-17 m
Y Centroid: -4.349E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

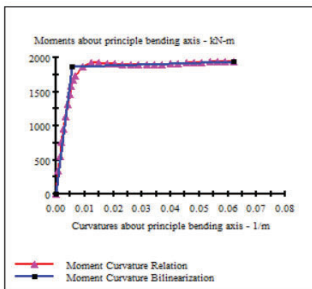
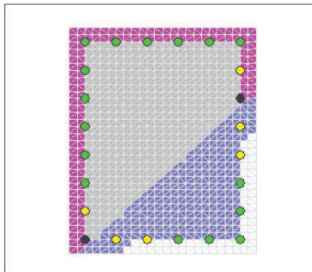
Constant Load - P: 1344 kN
Incrementing Loads: Max and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 17.57E-9 1/m
Curvature at First Yield: 3.364E-3 1/m
Ultimate Curvature: 62.00E-3 1/m
Moment at First Yield: 1132 kN-m
Ultimate Moment: 1945 kN-m
Centroid Strain at Yield: .2055E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 5.574E-3 Ten
N.A. at First Yield: 61.08E-3 m
N.A. at Ultimate: 89.90E-3 m
Energy per Length: 112.6 kN
Effective Yield Curvature: 5.536E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1862 kN-m
Over Strength Factor: 1.044
EI Effective: 3.36E+8 N-m²
Yield EI Effective: 1.457E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .4332 %
Curvature Ductility: 11.20

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 3.2%
Loading Name: P-min 90
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -3550E-17 m
Y Centroid: -4.349E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

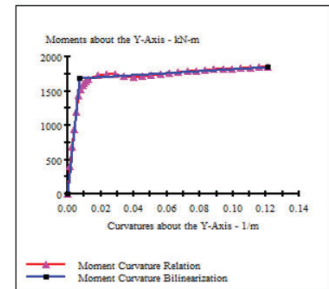
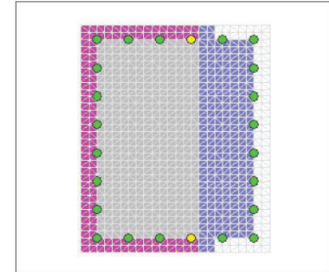
Constant Load - P: 1344 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 24.85E-9 1/m
Curvature at First Yield: 6.319E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1211 1/m
Moment at First Yield: 1434 kN-m
Ultimate Moment: 1857 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4431E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 9.260E-3 Ten
N.A. at First Yield: 70.12E-3 m
N.A. at Ultimate: 76.48E-3 m
Energy per Length: 207.8 kN
Effective Yield Curvature: 7.442E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1689 kN-m
Over Strength Factor: 1.100
EI Effective: 2.27E+8 N-m²
Yield EI Effective: 1.481E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .6527 %
Curvature Ductility: 16.27

Comments:

User Comments



Carga máxima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 1.9%
Loading Name: P-max
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page _ of _

Section Details:

X Centroid: .3011E-17 m
Y Centroid: -1.440E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

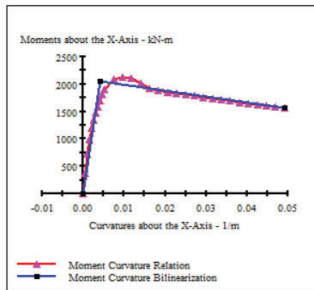
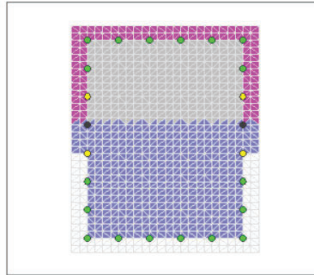
Constant Load - P: 5376 kN
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.8953E-10 1/m
Curvature at First Yield: 2.633E-3 1/m
Ultimate Curvature: 49.12E-3 1/m
Moment at First Yield: 1341 kN-m
Ultimate Moment: 1574 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3685E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 3.217E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1400 m
N.A. at Ultimate: -.65.50E-3 m
Energy per Length: 85.77 kN
Effective Yield Curvature: 4.018E-3 1/m
Effective Yield Moment: 2047 kN-m
Over Strength Factor: .7693
EI Effective: 5.09E+6 N-m²
Yield EI Effective: -10.47E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -2.056 %
Curvature Ductility: 12.23

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C80X60	COLUMNA	CD 80x60 1.9%
B		0,8 m
H		0,6 m

Refuerzo longitudinal	6#7-6#7
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	5376 kN

Carga máxima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 1.9%
Loading Name: P-max 45
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page _ of _

Section Details:

X Centroid: .3011E-17 m
Y Centroid: -1.440E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

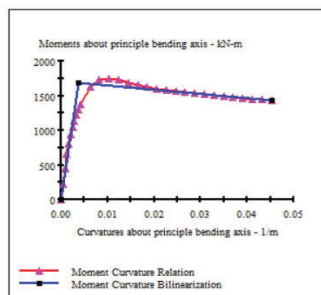
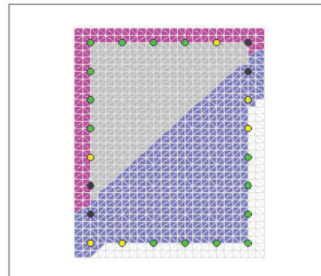
Constant Load - P: 5376 kN
Incrementing Loads: Max and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .4304E-6 1/m
Curvature at First Yield: 2.079E-3 1/m
Ultimate Curvature: 45.24E-3 1/m
Moment at First Yield: 936.8 kN-m
Ultimate Moment: 1433 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4079E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 1.339E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1963 m
N.A. at Ultimate: -.29.61E-3 m
Energy per Length: 67.96 kN
Effective Yield Curvature: 3.751E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1691 kN-m
Over Strength Factor: .8473
EI Effective: 4.51E+6 N-m²
Yield EI Effective: -6.22E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.380 %
Curvature Ductility: 12.06

Comments:

User Comments



Carga máxima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 1.9%
Loading Name: P-max 90
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page _ of _

Section Details:

X Centroid: .3011E-17 m
Y Centroid: -1.440E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

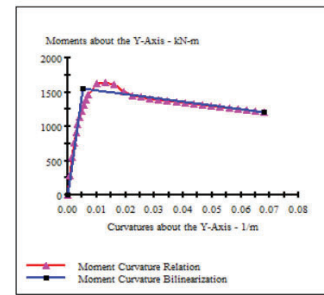
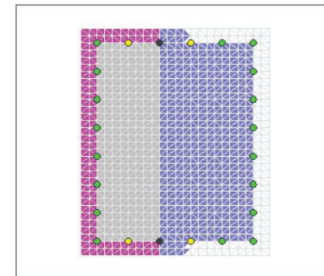
Constant Load - P: 5376 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .6088E-6 1/m
Curvature at First Yield: 3.541E-3 1/m
Ultimate Curvature: 68.14E-3 1/m
Moment at First Yield: 1030 kN-m
Ultimate Moment: 1213 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3673E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 3.534E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.1038 m
N.A. at Ultimate: -.51.86E-3 m
Energy per Length: 91.04 kN
Effective Yield Curvature: 5.344E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1555 kN-m
Over Strength Factor: .7803
EI Effective: 2.91E+6 N-m²
Yield EI Effective: -5.439E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.869 %
Curvature Ductility: 12.75

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 1.9%
Loading Name: P-min
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .3011E-17 m
Y Centroid: -1.440E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

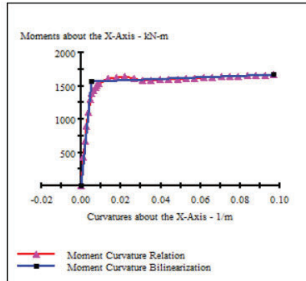
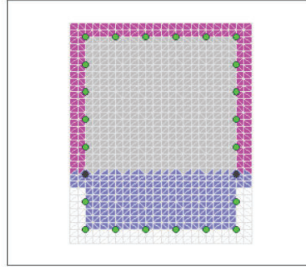
Constant Load - P: 1344 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -3.110E-11 1/m
Curvature at First Yield: 4.445E-3 1/m
Ultimate Curvature: 96.93E-3 1/m
Moment at First Yield: 1298 kN-m
Ultimate Moment: 1668 kN-m
Centroid Strain at Yield: -.5126E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 13.12E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1153 m
N.A. at Ultimate: .1153 m
Energy per Length: 152.5 kN
Effective Yield Curvature: 5.383E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1572 kN-m
Over Strength Factor: 1.061
EI Effective: 2.92E+8 N-m²
Yield EI Effective: 1.050E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .3596 %
Curvature Ductility: 18.01

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C80X60	COLUMNA	CD 80x60 1.9%
B		0,8 m
H		0,6 m

Refuerzo longitudinal	6#7-6#7
Ref Cort. V2	3 Ramas #4
Ref Cort. V3	3 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	1344 kN

Carga mínima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 1.9%
Loading Name: P-min 45
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .3011E-17 m
Y Centroid: -1.440E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

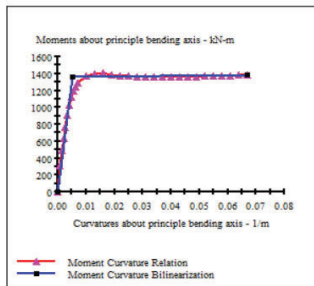
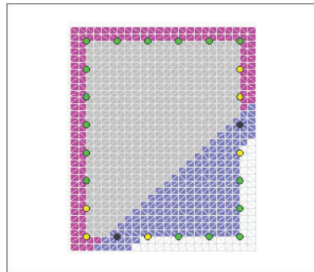
Constant Load - P: 1344 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 14.32E-9 1/m
Curvature at First Yield: 3.502E-3 1/m
Ultimate Curvature: 66.97E-3 1/m
Moment at First Yield: 901.6 kN-m
Ultimate Moment: 1382 kN-m
Centroid Strain at Yield: .2715E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 7.624E-3 Ten
N.A. at First Yield: .7752E-3 m
N.A. at Ultimate: .1138 m
Energy per Length: 88.07 kN
Effective Yield Curvature: 5.268E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1356 kN-m
Over Strength Factor: 1.019
EI Effective: 2.57E+8 N-m²
Yield EI Effective: 421.8E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .1638 %
Curvature Ductility: 12.71

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

Section Name: 80x60 1.9%
Loading Name: P-min 90
Analysis Type: Moment Curvature

JUAN DAVID VM
UNIVERSIDAD NACIONAL
19/11/2019
ROTULAS
ROTULAS
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .3011E-17 m
Y Centroid: -1.440E-9 m
Section Area: .4800 m²

Loading Details:

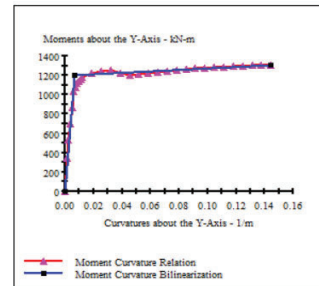
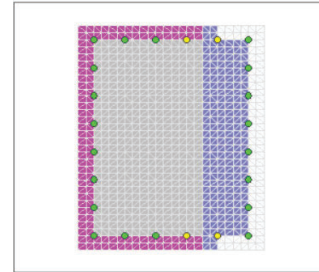
Constant Load - P: 1344 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 20.25E-9 1/m
Curvature at First Yield: 6.134E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1444 1/m
Moment at First Yield: 1035 kN-m
Ultimate Moment: 1311 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5350E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 14.91E-3 Ten
N.A. at First Yield: .8723E-3 m
N.A. at Ultimate: .1032 m
Energy per Length: 176.5 kN
Effective Yield Curvature: 7.064E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1197 kN-m
Over Strength Factor: 1.095
EI Effective: 1.69E+8 N-m²
Yield EI Effective: 830.9E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .4925 %
Curvature Ductility: 20.36

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Central
Loading Name: Pmin
Analysis Type: Moment Curvature

3/09/2019

Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -1.742E-16 m
Y Centroid: -6.509E-18 m
Section Area: 6300 m²

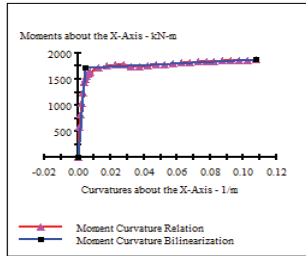
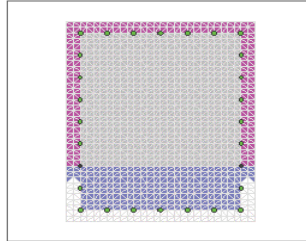
Loading Details:

Constant Load - P: 1764 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -7.668E-9 1/m
Curvature at First Yield: 3.745E-3 1/m
Ultimate Curvature: 1.077 1/m
Moment at First Yield: 1459 kN-m
Ultimate Moment: 1872 kN-m
Centroid Strain at Yield: 5695E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 22.18E-3 Ten
N.A. at First Yield: 1519 m
N.A. at Ultimate: 2060 m
Energy per Length: 189.7 kN
Effective Yield Curvature: 4.498E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1728 kN-m
Over Strength Factor: 1.084
EI Effective: 3.84E+8 N-m²
Yield EI Effective: 1.403E+8 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 3652 %
Curvature Ductility: 23.94

Comments:
User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C90X70	COLUMNA	CC 90x70 1.9%
B		0,9 m
H		0,7 m

Refuerzo longitudinal	7#7-7#7
Ref Cort. V2	4 Ramas #4
Ref Cort. V3	4 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	1764 kN

Carga mínima y momento a 45°

Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Central
Loading Name: Pmin-45
Analysis Type: Moment Curvature

3/09/2019

Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -1.742E-16 m
Y Centroid: -6.509E-18 m
Section Area: 6300 m²

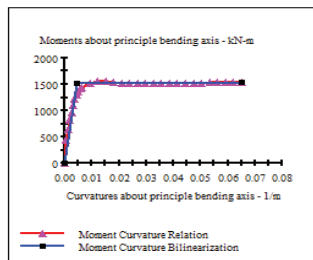
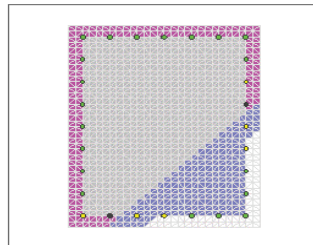
Loading Details:

Constant Load - P: 1764 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45.000000000000000000 deg
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 3.550E-9 1/m
Curvature at First Yield: 3.177E-3 1/m
Ultimate Curvature: 65.02E-3 1/m
Moment at First Yield: 1099 kN-m
Ultimate Moment: 1514 kN-m
Centroid Strain at Yield: 3412E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 11.02E-3 Ten
N.A. at First Yield: 1074 m
N.A. at Ultimate: 1697 m
Energy per Length: 95.93 kN
Effective Yield Curvature: 4.377E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1514 kN-m
Over Strength Factor: 1.018
EI Effective: 3.46E+8 N-m²
Yield EI Effective: 446.4E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 1291 %
Curvature Ductility: 14.86

Comments:
User Comments



XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Central
Loading Name: Pmin-90
Analysis Type: Moment Curvature

3/09/2019

Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -1.742E-16 m
Y Centroid: -6.509E-18 m
Section Area: 6300 m²

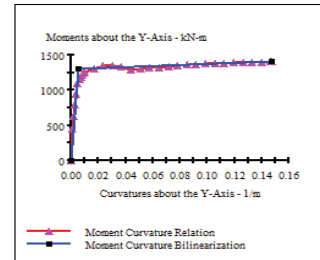
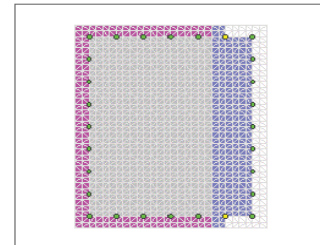
Loading Details:

Constant Load - P: 1764 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 12.73E-9 1/m
Curvature at First Yield: 4.929E-3 1/m
Ultimate Curvature: 1.470 1/m
Moment at First Yield: 1099 kN-m
Ultimate Moment: 1405 kN-m
Centroid Strain at Yield: 5898E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 22.89E-3 Ten
N.A. at First Yield: 1197 m
N.A. at Ultimate: 1556 m
Energy per Length: 194.9 kN
Effective Yield Curvature: 5.837E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1301 kN-m
Over Strength Factor: 1.080
EI Effective: 2.23E+8 N-m²
Yield EI Effective: 736.7E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 3305 %
Curvature Ductility: 25.19

Comments:
User Comments



Carga máxima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Central p 1.3
Loading Name: Pmax
Analysis Type: Moment Curvature

1/09/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -1.695E-16 m
Y Centroid: -6.961E-18 m
Section Area: .6300 m²

Loading Details:

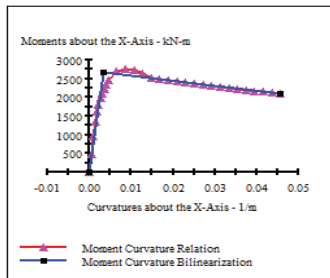
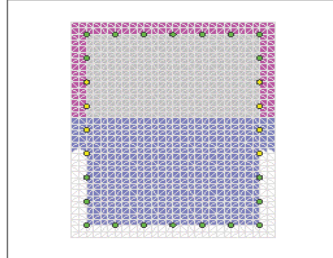
Constant Load - P: 7056 kN
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -2.121E-3 1/m
Curvature at First Yield: 2.247E-3 1/m
Ultimate Curvature: 45.77E-3 1/m
Moment at First Yield: 1803 kN-m
Ultimate Moment: 2098 kN-m
Centroid Strain at Yield: 4.076E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 2.074E-3 Comp
N.A. at First Yield: -1.814 m
N.A. at Ultimate: -45.32E-3 m
Energy per Length: 105.8 kN
Effective Yield Curvature: 3.338E-3 1/m
Effective Yield Moment: 2479 kN-m
Over Strength Factor: .7832
EI Effective: 8.02E+8 N-m²
Yield EI Effective: -13.69E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.706 %
Curvature Ductility: 13.71

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C90X70	COLUMNA	CC 90x70 1.1%
B		0,9 m
H		0,7 m

Refuerzo longitudinal	7#6-7#6
Ref Cort. V2	4 Ramas #4
Ref Cort. V3	4 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	7056 kN

Carga máxima y momento a 45°

Carga máxima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Central p 1.3
Loading Name: Pmax-45
Analysis Type: Moment Curvature

1/09/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -1.695E-16 m
Y Centroid: -6.961E-18 m
Section Area: .6300 m²

Loading Details:

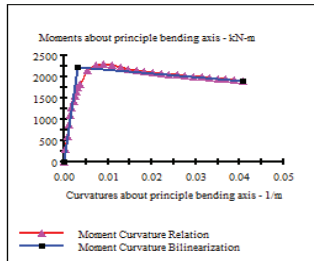
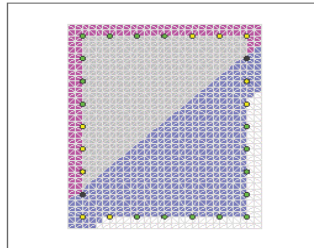
Constant Load - P: 7056 kN
Incrementing Loads: Max and Myy
Angle of Loading: 45.000000000000000000 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 1.683E-3 1/m
Curvature at First Yield: 1.726E-3 1/m
Ultimate Curvature: 40.40E-3 1/m
Moment at First Yield: 1278 kN-m
Ultimate Moment: 1911 kN-m
Centroid Strain at Yield: 4.377E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 2.218E-3 Comp
N.A. at First Yield: -2.492 m
N.A. at Ultimate: -15.31E-3 m
Energy per Length: 81.23 kN
Effective Yield Curvature: 3.073E-3 1/m
Effective Yield Moment: 2235 kN-m
Over Strength Factor: .8347
EI Effective: 7.28E+8 N-m²
Yield EI Effective: -8.45E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.190 %
Curvature Ductility: 13.21

Comments:

User Comments



XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Central p 1.3
Loading Name: Pmax-90
Analysis Type: Moment Curvature

1/09/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -1.695E-16 m
Y Centroid: -6.961E-18 m
Section Area: .6300 m²

Loading Details:

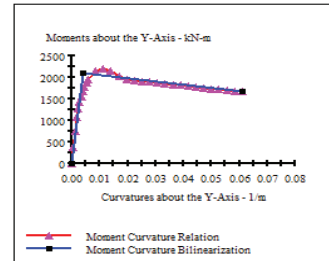
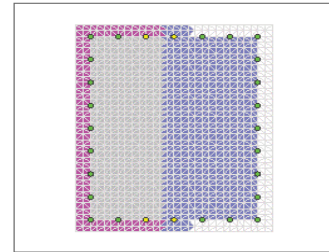
Constant Load - P: 7056 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 4.502E-3 1/m
Curvature at First Yield: 2.907E-3 1/m
Ultimate Curvature: 61.03E-3 1/m
Moment at First Yield: 1427 kN-m
Ultimate Moment: 1663 kN-m
Centroid Strain at Yield: 4.066E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 2.195E-3 Comp
N.A. at First Yield: -3.595E-3 m
N.A. at Ultimate: -11.11 m
Energy per Length: 111.1 kN
Effective Yield Curvature: 4.265E-3 1/m
Effective Yield Moment: 2093 kN-m
Over Strength Factor: .7942
EI Effective: 4.91E+8 N-m²
Yield EI Effective: -7.58E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.545 %
Curvature Ductility: 14.31

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Central p 1.3
Loadline Name: Pmin
Analysis Type: Moment Curvature

1/09/2019
Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: -1.695E-16 m
Y Centroid: -6.961E-18 m
Section Area: .6500 m²

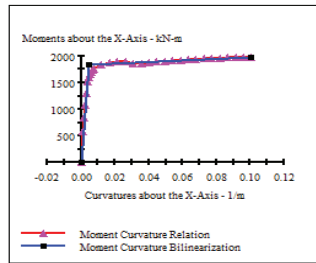
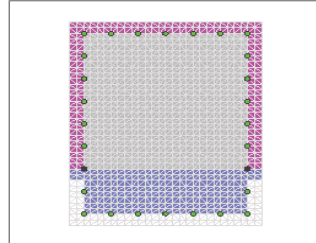
Loading Details:

Constant Load - P: 1764 kN
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 50
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -7.597E-9 1/m
Curvature at First Yield: 5.787E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1006 1/m
Moment at First Yield: 1511 kN-m
Ultimate Moment: 1999 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5558E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 19.40E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1445 m
N.A. at Ultimate: .1928 m
Energy per Length: 188.2 kN
Effective Yield Curvature: 4.620E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1844 kN-m
Over Strength Factor: 1.079
EI Effective: 5.99E+8 N-m²
Yield EI Effective: 1.509E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .5782 %
Curvature Ductility: 21.77

Comments:
User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C90X70	COLUMNA	CC 90x70 1.1%
B		0,9 m
H		0,7 m

Refuerzo longitudinal	7#6-7#6
Ref Cort. V2	4 Ramas #4
Ref Cort. V3	4 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	1764 kN

Carga mínima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Central p 1.3
Loadline Name: Pmin-45
Analysis Type: Moment Curvature

1/09/2019
Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: -1.695E-16 m
Y Centroid: -6.961E-18 m
Section Area: .6500 m²

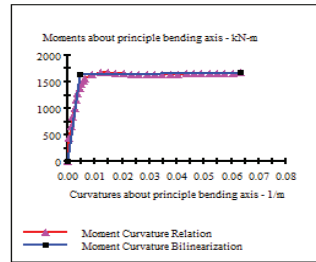
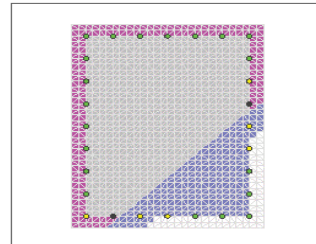
Loading Details:

Constant Load - P: 1764 kN
Incrementing Loads: Max and My
Angle of Loading: 45.00000000000000 deg
Number of Points: 50
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 5.906E-9 1/m
Curvature at First Yield: 3.138E-3 1/m
Ultimate Curvature: 63.33E-3 1/m
Moment at First Yield: 1151 kN-m
Ultimate Moment: 1671 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3192E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 10.22E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1018 m
N.A. at Ultimate: .1615 m
Energy per Length: 100.9 kN
Effective Yield Curvature: 4.457E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1634 kN-m
Over Strength Factor: 1.023
EI Effective: 3.67E+8 N-m²
Yield EI Effective: 654.3E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .1750 %
Curvature Ductility: 14.22

Comments:
User Comments



Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Central p 1.3
Loadline Name: Pmin-90
Analysis Type: Moment Curvature

1/09/2019
Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: -1.695E-16 m
Y Centroid: -6.961E-18 m
Section Area: .6500 m²

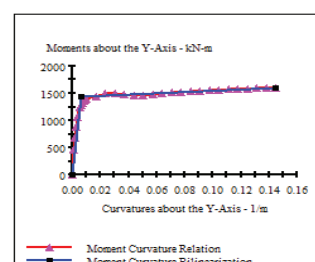
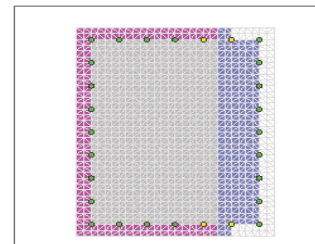
Loading Details:


Constant Load - P: 1764 kN
Incrementing Loads: My Only
Number of Points: 51
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 15.75E-9 1/m
Curvature at First Yield: 4.987E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1450 1/m
Moment at First Yield: 1231 kN-m
Ultimate Moment: 1600 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5723E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 22.50E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1148 m
N.A. at Ultimate: .1558 m
Energy per Length: 216.2 kN
Effective Yield Curvature: 5.859E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1447 kN-m
Over Strength Factor: 1.106
EI Effective: 2.47E+8 N-m²
Yield EI Effective: 1.101E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 4460 %
Curvature Ductility: 24.75

Comments:
User Comments



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
hi (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
l	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _{a(T=1)}	0,568
S _{DS} = 2.5AaFal	0,825
Ts (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1,24

ANÁLISIS MODAL				
----------------	--	--	--	--

	2	5	8	10
MODO	1	2	3	4
T (s)	1,602	0,514	0,288	0,191

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
12	36	5355
11	33	7140
10	30	7140
9	27	7140
8	24	7140
7	21	7140
6	18	7140
5	15	7140
4	12	7140
3	9	7140
2	6	7140
1	3	7140

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
12	1,00	1,00	1,00	1,00
11	0,98	0,83	0,58	0,24
10	0,94	0,56	-0,01	-0,56
9	0,89	0,21	-0,57	-0,88
8	0,82	-0,17	-0,88	-0,49
7	0,74	-0,52	-0,80	0,29
6	0,64	-0,79	-0,38	0,84
5	0,53	-0,93	0,20	0,73
4	0,417	-0,91	0,705	0,035
3	0,293	-0,76	0,905	-0,688
2	0,169	-0,49	0,731	-0,880
1	0,059	-0,18	0,306	-0,447


MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	66778,3	7794,4	3431,6	1650,7
Γ	1,292	-0,455	0,312	-0,217
%Part. Masa	0,796	0,093	0,041	0,020

DUCTILIDAD EFECTIVA				
---------------------	--	--	--	--

	Φ ₁	Φ _m
H _{máx.}	2,33	2,33
H _D	1,7	1,0
H _{MCE}	2,3	1,0
	✓	✓

PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{1D} (s)	2,06
T _{1MCE} (s)	2,45

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO INHERENTE		

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_I , shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.

β_I	3%
-----------	----

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0,50
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	12%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	17%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODO	1	2	3	4
β_D	15%	3%	3%	3%
β_{MCE}	20%	3%	3%	3%
β_E	3%	3%	3%	3%
β_{V+1}	3%	3%	3%	3%

COMBINACIÓN
0,16
0,21
0,06
0,06

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0

MODO	1	2	3	4
B_D	1,4	0,9	0,9	0,9
B_{MCE}	1,5	0,9	0,9	0,9
B_E	0,9	0,9	0,9	0,9
B_{V+1}	0,9	0,9	0,9	0,9

COMBINACIÓN
1,38
1,53
1,05
1,05


CORTANTE BASAL

CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	83900
C_s	0,118
$C_{s,máx.}$	0,051
$C_{s,min1.}$	0,036
$C_{s,min2.}$	0,041
C_s	0,051
V_s (kN)	4253

CORTANTE MÍN.	
B_{v+1}	0,9
$V_{min1} = V/B_{v+1}$	4725,61
$V_{min2} = 0.75V$	3189,78
$V_{min} = \max(V_{min1}, V_{min2})$ (kN)	4725,61

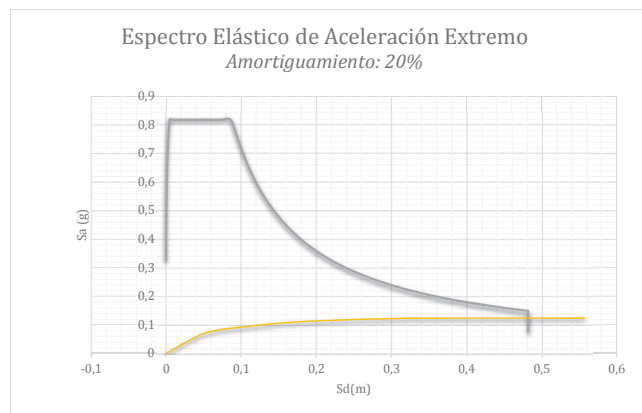
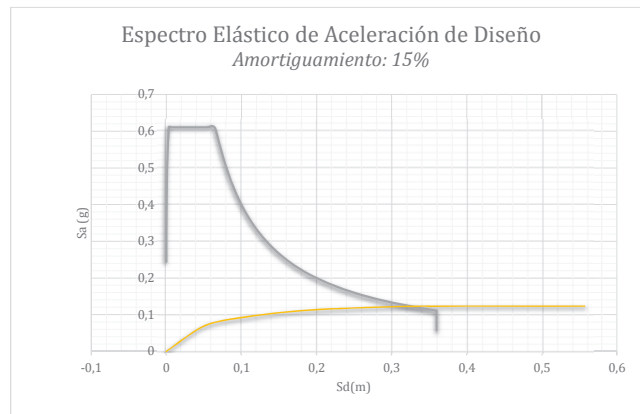
MODO	1	2	3	4
C_s	0,07	0,31	0,31	0,31
V (kN)	4553	2382	1049	504


CORTANTE BASAL	
V (kN)	5268,66

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020

Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

	D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0	0,0000	0,0	0,0000	0,000
1	0,0409	3111,0	0,0316	0,047
2	0,0648	4629,8	0,0502	0,069
3	0,0894	5443,2	0,0692	0,082
4	0,1157	5933,1	0,0895	0,089
5	0,1455	6390,3	0,1126	0,096
6	0,1786	6852,5	0,1382	0,103
7	0,2087	7214,9	0,1615	0,108
8	0,2327	7417,5	0,1801	0,111
9	0,2577	7583,1	0,1994	0,114
10	0,2853	7735,6	0,2208	0,116
11	0,3166	7882,5	0,2450	0,118
12	0,3566	8035,8	0,2760	0,120
13	0,3846	8122,5	0,2976	0,122
14	0,4153	8195,5	0,3214	0,123
15	0,4346	8226,3	0,3363	0,123
16	0,4386	8230,4	0,3394	0,123
17	0,4386	8230,3	0,3394	0,123
18	0,4389	8231,1	0,3397	0,123
19	0,4398	8230,9	0,3404	0,123
20	0,4482	8234,3	0,3469	0,123
21	0,4482	8234,3	0,3469	0,123
22	0,4497	8236,1	0,3480	0,123
23	0,4497	8236,1	0,3480	0,123
24	0,4497	8221,9	0,3480	0,123
25	0,4509	8223,6	0,3489	0,123
26	0,4787	8232,1	0,3704	0,123
27	0,4842	8233,4	0,3747	0,123
28	0,5313	8240,1	0,4112	0,123
29	0,5548	8242,3	0,4293	0,123
30	0,6017	8244,8	0,4656	0,123
31	0,6250	8243,0	0,4837	0,123
32	0,6484	8243,8	0,5018	0,123
33	0,6717	8238,0	0,5198	0,123
34	0,6952	8235,6	0,5380	0,123
35	0,7185	8228,1	0,5560	0,123
36	0,7200	8227,8	0,5572	0,123
37	0,7200	8227,9	0,5572	0,123



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
h _i (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
I	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _{a(T=1)}	0,568
S _{DS} = 2.5AaFal	0,825
T _s (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1,24

ANÁLISIS MODAL				
----------------	--	--	--	--

	2	5	8	11
MODO	1	2	3	4
T (s)	1,236	0,401	0,223	0,152

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
12	36	5355
11	33	7140
10	30	7140
9	27	7140
8	24	7140
7	21	7140
6	18	7140
5	15	7140
4	12	7140
3	9	7140
2	6	7140
1	3	7140

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
12	1,00	1,00	1,00	1,00
11	0,97	0,81	0,58	0,24
10	0,92	0,52	-0,02	-0,59
9	0,85	0,16	-0,59	-0,93
8	0,78	-0,21	-0,90	-0,53
7	0,69	-0,55	-0,83	0,29
6	0,59	-0,80	-0,40	0,89
5	0,48	-0,93	0,20	0,80
4	0,375	-0,91	0,725	0,090
3	0,265	-0,77	0,948	-0,670
2	0,157	-0,51	0,794	-0,917
1	0,058	-0,21	0,357	-0,502

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	65632,2	9534,2	3486,5	1553,0
Γ	1,337	-0,503	0,303	-0,201
%Part. Masa	0,782	0,114	0,042	0,019

80205,9
0,955967884

DUCTILIDAD EFECTIVA				
---------------------	--	--	--	--

	Φ ₁	Φ _m
μ _{máx.}	2,33	2,33
μ _D	1,7	1,0
μ _{MCE}	2,3	1,0
	✓	✓


PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{1D} (s)	1,59
T _{1MCE} (s)	1,88

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE				
---------------------------	--	--	--	--

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i, shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.


β _i	3%
----------------	----

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO VISCOSO		

T (s)	1,24	0,40	0,22	0,15
Sa (g)	0,437	0,825	0,825	0,825
Sd (m)	0,167	0,033	0,010	0,005

DESPLAZAMIENTOS (m)				
Piso	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
12	0,167	0,033	0,010	0,005
11	0,161	0,027	0,006	0,001
10	0,153	0,017	0,000	-0,003
9	0,142	0,005	-0,006	-0,004
8	0,130	-0,007	-0,009	-0,002
7	0,115	-0,018	-0,008	0,001
6	0,098	-0,026	-0,004	0,004
5	0,081	-0,030	0,002	0,004
4	0,063	-0,030	0,007	0,000
3	0,044	-0,025	0,010	-0,003
2	0,026	-0,017	0,008	-0,004
1	0,010	-0,007	0,004	-0,002

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS-Normalizado (1/DespP16)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
12	0,0345	0,1922	0,4222	0,7642
11	0,0492	0,2894	0,5972	0,8280
10	0,0636	0,3580	0,5717	0,3374
9	0,0768	0,3753	0,3129	-0,4038
8	0,0883	0,3361	-0,0751	-0,8204
7	0,0979	0,2488	-0,4293	-0,5959
6	0,1055	0,1257	-0,6026	0,0939
5	0,1098	-0,0137	-0,5223	0,7067
4	0,1098	-0,1455	-0,2226	0,7596
3	0,1078	-0,2532	0,1534	0,2475
2	0,0989	-0,3072	0,4373	-0,4153
1	0,0581	-0,2060	0,3572	-0,5020
12	0,0345	0,1922	0,4222	0,7642
11	0,0492	0,2894	0,5972	0,8280
10	0,0636	0,3580	0,5717	0,3374
9	0,0768	0,3753	0,3129	-0,4038
8	0,0883	0,3361	-0,0751	-0,8204
7	0,0979	0,2488	-0,4293	-0,5959
6	0,1055	0,1257	-0,6026	0,0939
5	0,1098	-0,0137	-0,5223	0,7067
4	0,1098	-0,1455	-0,2226	0,7596
3	0,1078	-0,2532	0,1534	0,2475
2	0,0989	-0,3072	0,4373	-0,4153
1	0,0581	-0,2060	0,3572	-0,5020


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS (m)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
12	0,0081	0,0089	0,0061	0,0051
11	0,0116	0,0134	0,0086	0,0055
10	0,0150	0,0166	0,0082	0,0023
9	0,0181	0,0174	0,0045	-0,0027
8	0,0208	0,0156	-0,0011	-0,0055
7	0,0231	0,0116	-0,0062	-0,0040
6	0,0249	0,0058	-0,0087	0,0006
5	0,0259	-0,0006	-0,0075	0,0047
4	0,0259	-0,0068	-0,0032	0,0051
3	0,0254	-0,0118	0,0022	0,0017
2	0,0233	-0,0143	0,0063	-0,0028
1	0,0137	-0,0096	0,0051	-0,0034

FUERZAS EN RIOSTRAS (kN)				
Piso	V_1	V_2	V_3	V_4
12	652,0	656,2	641,0	635,9
11	670,5	680,3	654,5	638,2
10	688,7	697,4	652,5	602,8
9	705,3	701,6	632,6	-721,3
8	1129,2	1100,4	-298,4	-1514,7
7	1141,8	1078,1	-1705,4	-1100,1
6	1151,6	1046,5	-2393,8	173,4
5	1157,3	-175,2	-2074,5	1040,4
4	1377,3	-2087,8	-990,4	1248,6
3	1374,3	-3634,2	682,4	511,7
2	1361,4	-4408,3	1256,1	-858,8
1	1301,9	-2956,0	1248,9	-1038,0

FUERZA DE LA ESTRUCTURA (kN)				
Piso	FI_1	FI_2	FI_3	FI_4
12	2339	4418	4418	4418
11	3011	4759	3403	1389
10	2858	3054	-115	-3489
9	2659	945	-3482	-5476
8	2420	-1266	-5326	-3098
7	2145	-3246	-4883	1735
6	1839	-4711	-2354	5245
5	1511	-5452	1196	4692
4	1168	-5372	4272	529
3	826	-4515	5584	-3946
2	490	-3023	4680	-5404
1	181	-1213	2104	-2957

TRABAJO DE LA ESTRUCTURA (kN*m)				
Piso	W_1	W_2	W_3	W_4
12	195,2	72,6	22,5	10,5
11	242,6	63,1	10,0	0,8
10	218,6	26,0	0,0	4,9
9	189,3	2,5	10,5	12,0
8	156,7	4,5	24,5	3,9
7	123,1	29,4	20,6	1,2
6	90,5	61,9	4,8	11,1
5	61,1	82,9	1,2	8,8
4	36,5	80,5	15,8	0,1
3	18,2	56,8	26,9	6,3
2	6,4	25,5	18,9	11,7
1	0,9	4,1	3,8	3,5

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020

TRABAJO DE LA RIOSTRA (kN*m)				
Piso	FD ₁	FD ₂	FD ₃	FD ₄
12	29,6	33,7	19,0	14,0
11	47,9	57,9	32,0	16,2
10	66,5	75,4	30,1	5,4
9	83,8	79,9	10,9	7,8
8	147,9	101,3	1,3	33,3
7	168,5	66,0	42,2	17,6
6	184,9	17,4	83,1	0,4
5	194,5	0,4	62,4	8,1
4	229,4	56,4	12,7	10,6
3	224,1	171,0	6,0	3,4
2	201,2	251,6	22,8	9,6
1	98,7	113,1	11,2	14,0

TRABAJO DEL DISIPADOR (kN*m)				
Piso	WD ₁	WD ₂	WD ₃	WD ₄
12	29,597	33,726	18,952	14,018
11	47,930	57,877	32,012	16,197
10	66,460	75,439	30,086	5,446
9	83,780	79,942	10,931	7,798
8	147,899	101,303	1,291	33,272
7	168,539	65,971	42,178	17,552
6	184,897	17,397	83,106	0,436
5	194,459	0,445	62,413	8,119
4	229,370	56,445	12,700	10,602
3	224,147	171,020	6,030	3,390
2	201,172	251,632	22,752	9,550
1	98,686	113,146	11,196	13,952

AMORTIGUAMIENTO VISCOSO				
MODOS	1	2	3	4
β_V	9,97%	15,99%	16,63%	14,94%

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0,50
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODOS	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	12%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	17%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODOS	1	2	3	4
β_D	28%	19%	20%	18%
β_{MCE}	35%	19%	20%	18%
β_E	16%	19%	20%	18%
β_{V+I}	13%	19%	20%	18%

COMBINACIÓN
0,43
0,48
0,36
0,35


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO		

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0

MODO	1	2	3	4
B_D	1,7	1,5	1,5	1,4
B_{MCE}	2,0	1,5	1,5	1,4
B_E	1,4	1,5	1,5	1,4
B_{V+1}	1,3	1,5	1,5	1,4

COMBINACIÓN
2,19
2,34
1,99
1,95

CORTANTE BASAL


CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	83900
C_s	0,118
$C_{s,max}$	0,066
$C_{s,min1}$	0,036
$C_{s,min2}$	0,041
C_s	0,066
V_s (kN)	5510

CORTANTE MÍN.	
B_{V+1}	1,3
$V_{min1} = V/B_{V+1}$	4275,02
$V_{min2} = 0.75V$	4132,73
$V_{min} = \max(V_{min1}, V_{min2})$ (kN)	4275,02

MODO	1	2	3	4
C_s	0,08	0,19	0,18	0,19
V (kN)	5509	1784	644	297

CORTANTE BASAL	
V (kN)	5833,76


4182,88 1,394674943
3874,58 1,50564911

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
FUERZAS LATERALES POR PISO		

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO POR MODO (kN)				
Piso	F _{D1}	F _{D2}	F _{D3}	F _{D4}
12	601	-504	300	-206
11	773	-543	231	-65
10	734	-349	-8	163
9	683	-108	-236	256
8	622	145	-361	145
7	551	371	-331	-81
6	472	538	-160	-245
5	388	623	81	-219
4	300	613	290	-25
3	212	515	379	184
2	126	345	317	252
1	47	139	143	138

CORTANTES DE DISEÑO DE PISO POR MODO (kN)				
Piso	V _{D1}	V _{D2}	V _{D3}	V _{D4}
12	601	-504	300	-206
11	1374	-1048	530	-271
10	2108	-1396	523	-108
9	2791	-1504	286	147
8	3413	-1360	-75	292
7	3964	-989	-406	211
6	4436	-451	-566	-34
5	4824	171	-484	-253
4	5124	785	-195	-278
3	5337	1300	184	-93
2	5462	1645	501	159
1	5509	1784	644	297

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO (kN)		
Piso	V _D	F _D
12	865	865
11	1828	963
10	2585	1621
9	3187	1566
8	3686	2120
7	4111	1991
6	4495	2504
5	4858	2354
4	5195	2841
3	5497	2655
2	5729	3074
1	5834	2760

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
SISMO DE DISEÑO		

MOD0	1	2	3	4
D _{1D} (m)	0,173	-	-	-
D _{mD} (m)	-	-0,011	0,002	-0,001

D _y (m)	0,128
μ _D	1,4




COMPORTAMIENTO DEL PISO


DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					
Piso	D _{D1}	D _{D2}	D _{D3}	D _{D4}	D _D
12	0,173	-0,011	0,002	-0,001	0,173
11	0,167	-0,009	0,001	0,000	0,167
10	0,158	-0,006	0,000	0,000	0,159
9	0,147	-0,002	-0,001	0,001	0,147
8	0,134	0,002	-0,002	0,000	0,134
7	0,119	0,006	-0,002	0,000	0,119
6	0,102	0,009	-0,001	-0,001	0,102
5	0,084	0,010	0,000	-0,001	0,084
4	0,065	0,010	0,002	0,000	0,066
3	0,046	0,009	0,002	0,000	0,047
2	0,027	0,006	0,002	0,001	0,028
1	0,010	0,002	0,001	0,000	0,010

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

SISMO DE DISEÑO				
Piso	DERIVA (m)		FUERZA (kN)	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
12	0,0061	0,0086	655	OK
11	0,0086	0,0122	674	OK
10	0,0111	0,0157	692	OK
9	0,0133	0,0187	709	OK
8	0,0151	0,0214	1132	OK
7	0,0167	0,0236	1145	OK
6	0,0180	0,0254	1155	OK
5	0,0188	0,0266	1161	OK
4	0,0190	0,0268	1383	OK
3	0,0188	0,0266	1382	OK
2	0,0175	0,0247	1370	OK
1	0,0103	0,0146	1308	OK

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
SISMO MCE		

MODO	1	2	3	4
D _{1MCE} (m)	0,271	-	-	-
D _{mmMCE} (m)	-	-0,017	0,003	-0,001

D _y (m)	0,128
μ _{MCE}	2,1 

COMPORTAMIENTO DEL PISO

DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					
Piso	D _{MCE1}	D _{MCE2}	D _{MCE3}	D _{MCE4}	D _{MCE}
12	0,271	-0,017	0,003	-0,001	0,271
11	0,261	-0,014	0,002	0,000	0,262
10	0,248	-0,009	0,000	0,001	0,248
9	0,231	-0,003	-0,002	0,001	0,231
8	0,210	0,004	-0,003	0,001	0,210
7	0,186	0,009	-0,003	0,000	0,187
6	0,160	0,014	-0,001	-0,001	0,160
5	0,131	0,016	0,001	-0,001	0,132
4	0,101	0,015	0,002	0,000	0,103
3	0,072	0,013	0,003	0,001	0,073
2	0,043	0,009	0,002	0,001	0,043
1	0,016	0,003	0,001	0,001	0,016

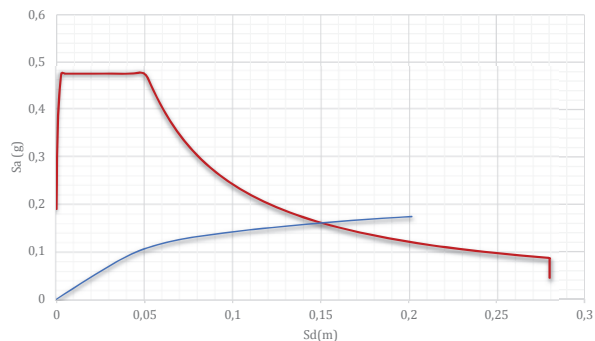
COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

SISMO MCE				
Piso	DERIVA		FUERZA	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
12	0,0095	0,0135	680	OK
11	0,0135	0,0191	711	OK
10	0,0174	0,0245	740	OK
9	0,0208	0,0294	765	OK
8	0,0237	0,0335	1199	OK
7	0,0262	0,0370	1219	OK
6	0,0282	0,0399	1234	OK
5	0,0295	0,0417	1244	OK
4	0,0297	0,0420	1477	OK
3	0,0295	0,0417	1475	OK
2	0,0273	0,0386	1456	OK
1	0,0162	0,0229	1358	OK

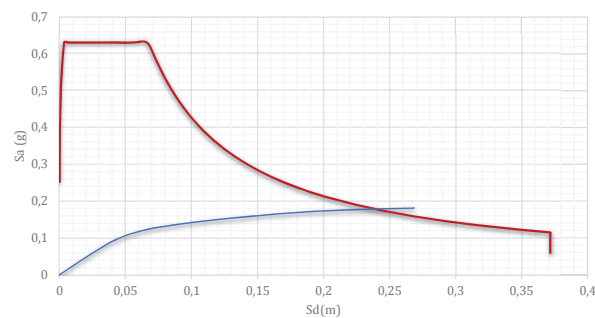
Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0,0000	0,0	0,0000	0,000
0,0239	2801,0	0,0179	0,043
0,0432	4924,8	0,0323	0,075
0,0562	6191,3	0,0420	0,094
0,0691	7121,9	0,0517	0,109
0,0826	7816,4	0,0618	0,119
0,0965	8354,1	0,0722	0,127
0,1088	8715,4	0,0814	0,133
0,1219	9047,3	0,0912	0,138
0,1356	9356,1	0,1014	0,143
0,1500	9656,3	0,1122	0,147
0,1636	9914,5	0,1224	0,151
0,1763	10140,0	0,1319	0,154
0,1992	10516,9	0,1490	0,160
0,2171	10788,3	0,1624	0,164
0,2298	10971,6	0,1719	0,167
0,2447	11167,0	0,1831	0,170
0,2567	11299,7	0,1921	0,172
0,2698	11422,6	0,2019	0,174
0,2864	11545,9	0,2142	0,176
0,3024	11641,4	0,2262	0,177
0,3165	11711,8	0,2368	0,178
0,3388	11815,8	0,2535	0,180
0,3588	11896,3	0,2685	0,181

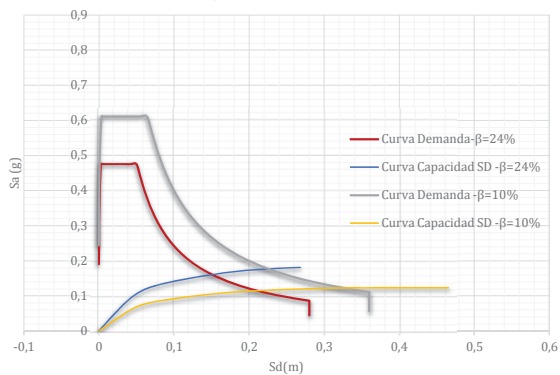
Espectro Elástico de Aceleración de Diseño
Amortiguamiento: 28%



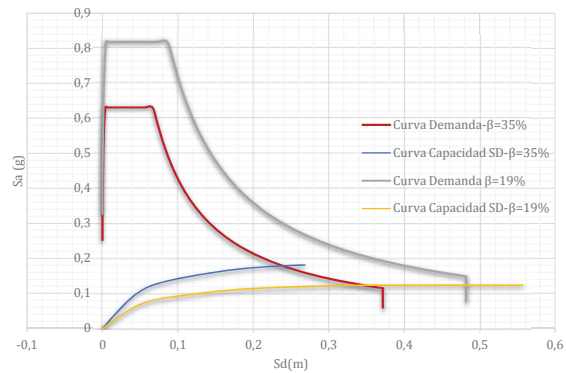
Espectro Elástico de Aceleración Extremo
Amortiguamiento: 35%




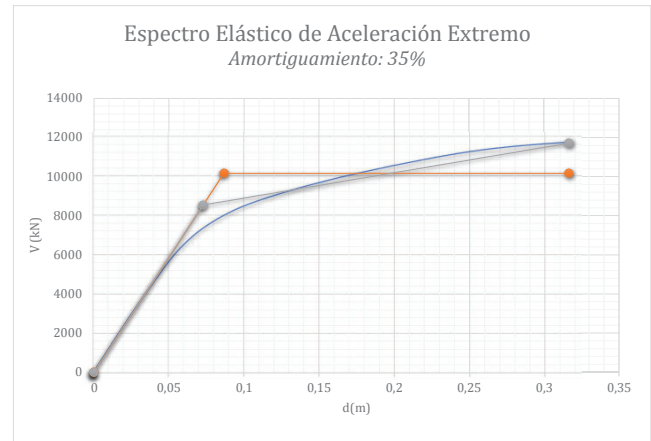
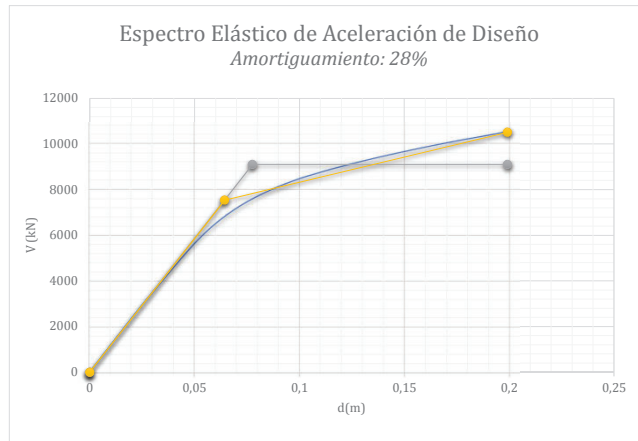
Espectro de demanda vs Espectro de capacidad
para Aceleración de Diseño en X
Amortiguamiento: 28% vs 15%



Espectro de demanda vs Espectro de capacidad
para Aceleración Extremo en X
Amortiguamiento: 35% vs 20%



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020



Δ_d	0,05	m
V_d	5304,79	kN
Δ_y (bilineal 1)	0,08	m
V_y (bilineal 1)	9106,82	kN
Δ_y (bilineal 2)	0,06	m
V_y (bilineal 2)	7542,08	kN
Δ_{max}	0,20	m
V_u	10516,93	kN
V_e	23376,18	kN
μ (bilineal 1)	2,57	
μ (bilineal 2)	3,10	
T	1,24	s
T_c	0,65	s

21126,64243
18515,70122
23376,18242

Mahmoudi

R_μ	3,10
R_{sd}	1,42
R_{sm}	1,16
R_s	1,64
R	5,09

Abou-Elfath

R_μ	2,57
R_s	1,72
R	4,41
R	4,41

Asgarian

4,75

R_μ	2,57
R_{so}	1,72
F1	1,05
F2	1,10
R_s	1,98
R	5,09
R	4,41

Onuralp

R_μ	2,57
Ω_b	1,72
R	4,41

Δ_d	0,05	m
V_d	5304,79	kN
Δ_y (bilineal 1)	0,09	m
V_y (bilineal 1)	10173,29	kN
Δ_y (bilineal 2)	0,07	m
V_y (bilineal 2)	8541,66	kN
Δ_{max}	0,32	m
V_u	11711,84	kN
V_e	37141,38	kN
μ (bilineal 1)	3,65	
μ (bilineal 2)	4,35	
T	1,24	s
T_c	0,65	s

28035,468
25538,292
37141,383

Mahmoudi

R_μ	4,35
R_{sd}	1,61
R_{sm}	1,16
R_s	1,86
R	8,09

Abou-Elfath

R_μ	3,65
R_s	1,92
R	7,00
R	7,00


Asgarian

7,54

R_μ	3,65
R_{so}	1,92
F1	1,05
F2	1,10
R_s	2,22
R	8,09
R	7,00

Onuralp

R_μ	3,65
Ω_b	1,92
R	7,00

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
hi (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
I	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = Sa _(T=1)	0,568
S _{DS} = 2.5AaFal	0,825
Ts (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1,24

ANÁLISIS MODAL				
----------------	--	--	--	--

	1	4	7	11
MODO	1	2	3	4
T (s)	1,628	0,520	0,289	0,190

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
12	36	5355
11	33	7140
10	30	7140
9	27	7140
8	24	7140
7	21	7140
6	18	7140
5	15	7140
4	12	7140
3	9	7140
2	6	7140
1	3	7140

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
12	1,00	1,00	1,00	1,00
11	0,98	0,82	0,56	0,22
10	0,94	0,55	-0,02	-0,57
9	0,88	0,19	-0,58	-0,88
8	0,81	-0,18	-0,87	-0,48
7	0,73	-0,53	-0,79	0,31
6	0,63	-0,79	-0,36	0,85
5	0,52	-0,92	0,22	0,72
4	0,406	-0,90	0,712	0,020
3	0,284	-0,74	0,902	-0,696
2	0,163	-0,47	0,722	-0,878
1	0,056	-0,17	0,300	-0,443


MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	66407,0	8023,8	3483,3	1688,5
Γ	1,300	-0,466	0,316	-0,220
%Part. Masa	0,792	0,096	0,042	0,020

DUCTILIDAD EFECTIVA				
---------------------	--	--	--	--

	Φ ₁	Φ _m
H _{máx.}	2,33	2,33
H _D	1,7	1,0
H _{MCE}	2,3	1,0
	✓	✓

PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{ID} (s)	2,09
T _{IMCE} (s)	2,49

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO INHERENTE		

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i , shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.

β_i	3%
-----------	----

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0,50
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	12%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	17%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODO	1	2	3	4
β_D	15%	3%	3%	3%
β_{MCE}	20%	3%	3%	3%
β_E	3%	3%	3%	3%
β_{V+1}	3%	3%	3%	3%


COMBINACIÓN
0,16
0,21
0,06
0,06

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0

MODO	1	2	3	4
B_D	1,4	0,9	0,9	0,9
B_{MCE}	1,5	0,9	0,9	0,9
B_E	0,9	0,9	0,9	0,9
B_{V+1}	0,9	0,9	0,9	0,9

COMBINACIÓN
1,38
1,53
1,05
1,05


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020
CORTANTE BASAL		

CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	83900
C _s	0,118
C _{s,máx.}	0,050
C _{s,min1.}	0,036
C _{s,min2.}	0,041
C _s	0,050
V _s (kN)	4184

CORTANTE MÍN.	
B _{v+1}	0,9
V _{min1} = V/B _{v+1}	4648,70
V _{min2} = 0.75V	3137,87
V _{min} = máx(V _{min1} , V _{min2}) (kN)	4648,70

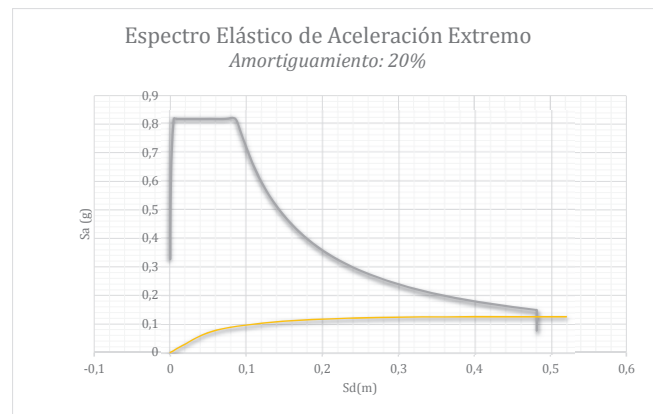
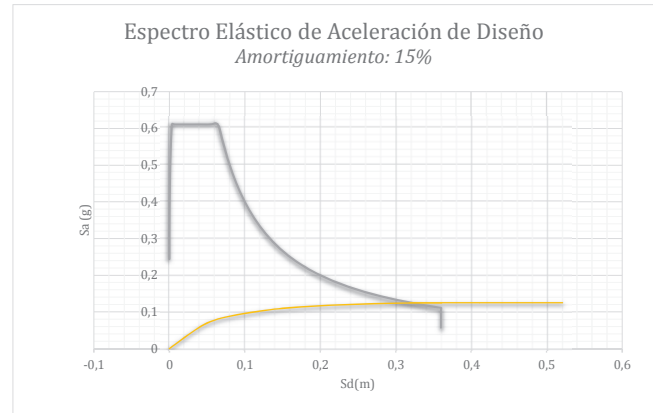
MODO	1	2	3	4
C _s	0,07	0,31	0,31	0,31
V (kN)	4454	2452	1064	516


CORTANTE BASAL	
V (kN)	5220,23

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020

Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

	D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0	0,0000	0,0	0,0000	0,000
1	0,0406	3095,2	0,0312	0,047
2	0,0648	4632,6	0,0499	0,070
3	0,0896	5524,9	0,0689	0,083
4	0,1149	6084,5	0,0883	0,092
5	0,1413	6559,7	0,1087	0,099
6	0,1669	6959,1	0,1284	0,105
7	0,1952	7300,3	0,1501	0,110
8	0,2213	7520,7	0,1702	0,113
9	0,2479	7697,2	0,1907	0,116
10	0,2766	7847,5	0,2127	0,118
11	0,3037	7967,1	0,2336	0,120
12	0,3309	8066,3	0,2545	0,121
13	0,3562	8142,5	0,2739	0,123
14	0,3840	8212,8	0,2953	0,124
15	0,4123	8265,9	0,3171	0,124
16	0,4244	8277,4	0,3264	0,125
17	0,4286	8279,2	0,3296	0,125
18	0,4286	8279,2	0,3296	0,125
19	0,4692	8296,8	0,3608	0,125
20	0,4699	8298,3	0,3613	0,125
21	0,4933	8304,8	0,3793	0,125
22	0,4938	8305,9	0,3798	0,125
23	0,4997	8306,4	0,3843	0,125
24	0,5115	8309,9	0,3933	0,125
25	0,5115	8309,9	0,3933	0,125
26	0,5350	8315,2	0,4115	0,125
27	0,5350	8315,2	0,4115	0,125
28	0,5354	8314,7	0,4117	0,125
29	0,5354	8314,7	0,4117	0,125
30	0,5590	8317,8	0,4299	0,125
31	0,5708	8318,6	0,4389	0,125
32	0,5767	8318,7	0,4435	0,125
33	0,5781	8318,7	0,4446	0,125
34	0,6017	8318,4	0,4627	0,125
35	0,6134	8317,6	0,4717	0,125
36	0,6304	8315,3	0,4848	0,125
37	0,6775	8304,4	0,5210	0,125
38	0,7104	8298,3	0,5463	0,125
39	0,7198	8295,8	0,5536	0,125
40	0,7200	8295,5	0,5537	0,125



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9,81
h _i (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
I	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _a (T=1)	0,568
S _{DS} = 2.5AaFaI	0,825
T _s (s)	0,689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0,85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1,24

ANÁLISIS MODAL				
----------------	--	--	--	--

	1	4	7	10
MODOS	1	2	3	4
T (s)	1,344	0,429	0,235	0,158

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
12	36	5355
11	33	7140
10	30	7140
9	27	7140
8	24	7140
7	21	7140
6	18	7140
5	15	7140
4	12	7140
3	9	7140
2	6	7140
1	3	7140

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
12	1,00	1,00	1,00	1,00
11	0,96	0,79	0,56	0,21
10	0,91	0,50	-0,04	-0,61
9	0,84	0,14	-0,60	-0,92
8	0,76	-0,23	-0,90	-0,50
7	0,67	-0,56	-0,81	0,32
6	0,57	-0,80	-0,37	0,89
5	0,47	-0,92	0,23	0,78
4	0,359	-0,90	0,736	0,065
3	0,251	-0,75	0,943	-0,685
2	0,146	-0,49	0,778	-0,913
1	0,052	-0,19	0,342	-0,489

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODOS	1	2	3	4
W (kN)	64942,9	9880,3	3592,3	1619,1
Γ	1,348	-0,519	0,311	-0,207
%Part. Masa	0,774	0,118	0,043	0,019

80034,7
0,953927366

DUCTILIDAD EFECTIVA				
---------------------	--	--	--	--

	Φ ₁	Φ _m
μ _{máx.}	2,33	2,33
μ _D	1,7	1,0
μ _{MCE}	2,3	1,0
	✓	✓

1


PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{1D} (s)	1,73
T _{1MCE} (s)	2,05

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE				
---------------------------	--	--	--	--

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i, shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.


β _i	3%
----------------	----

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO VISCOSO		

T (s)	1,34	0,43	0,23	0,16
Sa (g)	0,402	0,825	0,825	0,825
Sd (m)	0,181	0,038	0,011	0,005

DESPLAZAMIENTOS (m)				
Piso	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
12	0,181	0,038	0,011	0,005
11	0,174	0,030	0,006	0,001
10	0,165	0,019	0,000	-0,003
9	0,153	0,005	-0,007	-0,005
8	0,138	-0,009	-0,010	-0,003
7	0,122	-0,021	-0,009	0,002
6	0,104	-0,030	-0,004	0,005
5	0,085	-0,035	0,003	0,004
4	0,065	-0,034	0,008	0,000
3	0,046	-0,028	0,011	-0,004
2	0,027	-0,019	0,009	-0,005
1	0,010	-0,007	0,004	-0,003

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS-Normalizado (1/DespP16)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
12	0,0392	0,2072	0,4426	0,7887
11	0,0529	0,2970	0,5994	0,8183
10	0,0666	0,3588	0,5592	0,3115
9	0,0790	0,3709	0,2944	-0,4205
8	0,0899	0,3284	-0,0906	-0,8157
7	0,0987	0,2393	-0,4355	-0,5744
6	0,1053	0,1164	-0,5971	0,1146
5	0,1090	-0,0214	-0,5082	0,7122
4	0,1084	-0,1509	-0,2074	0,7506
3	0,1049	-0,2538	0,1654	0,2280
2	0,0936	-0,2992	0,4360	-0,4247
1	0,0525	-0,1925	0,3418	-0,4885
12	0,0392	0,2072	0,4426	0,7887
11	0,0529	0,2970	0,5994	0,8183
10	0,0666	0,3588	0,5592	0,3115
9	0,0790	0,3709	0,2944	-0,4205
8	0,0899	0,3284	-0,0906	-0,8157
7	0,0987	0,2393	-0,4355	-0,5744
6	0,1053	0,1164	-0,5971	0,1146
5	0,1090	-0,0214	-0,5082	0,7122
4	0,1084	-0,1509	-0,2074	0,7506
3	0,1049	-0,2538	0,1654	0,2280
2	0,0936	-0,2992	0,4360	-0,4247
1	0,0525	-0,1925	0,3418	-0,4885


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS (m)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
12	0,0091	0,0100	0,0064	0,0052
11	0,0123	0,0143	0,0087	0,0054
10	0,0155	0,0173	0,0081	0,0020
9	0,0184	0,0179	0,0043	-0,0028
8	0,0209	0,0158	-0,0013	-0,0054
7	0,0229	0,0115	-0,0063	-0,0038
6	0,0245	0,0056	-0,0086	0,0008
5	0,0253	-0,0010	-0,0073	0,0047
4	0,0252	-0,0073	-0,0030	0,0049
3	0,0244	-0,0122	0,0024	0,0015
2	0,0217	-0,0144	0,0063	-0,0028
1	0,0122	-0,0093	0,0049	-0,0032

FUERZAS EN RIOSTRAS (kN)				
Piso	V_1	V_2	V_3	V_4
12	654,7	659,1	640,9	634,8
11	670,8	681,0	652,4	635,8
10	686,9	696,1	649,4	518,0
9	701,5	699,1	630,1	-699,2
8	1225,3	1199,0	-342,0	-1400,6
7	1236,1	1176,5	-1643,2	-986,3
6	1244,0	1145,6	-2252,7	196,8
5	1248,5	-270,1	-1917,5	1140,7
4	1565,2	-2098,5	-863,4	1422,5
3	1560,6	-3530,3	688,6	432,1
2	1545,4	-4161,3	1456,3	-804,9
1	1490,3	-2677,7	1423,4	-925,8

FUERZA DE LA ESTRUCTURA (kN)				
Piso	Fl_1	Fl_2	Fl_3	Fl_4
12	2152	4418	4418	4418
11	2756	4670	3284	1245
10	2605	2921	-248	-3576
9	2414	808	-3542	-5411
8	2187	-1377	-5277	-2934
7	1929	-3312	-4743	1872
6	1646	-4722	-2177	5256
5	1344	-5407	1341	4580
4	1031	-5281	4335	385
3	720	-4392	5556	-4037
2	419	-2897	4582	-5380
1	151	-1134	2014	-2878

TRABAJO DE LA ESTRUCTURA (kN*m)				
Piso	W_1	W_2	W_3	W_4
12	195,2	83,2	24,9	11,3
11	240,3	69,7	10,3	0,7
10	214,5	27,3	0,1	5,6
9	184,2	2,1	12,0	12,8
8	151,2	6,1	26,7	3,7
7	117,7	35,1	21,5	1,5
6	85,6	71,3	4,5	12,0
5	57,1	93,5	1,7	9,1
4	33,6	89,2	18,0	0,1
3	16,4	61,7	29,6	7,1
2	5,6	26,8	20,1	12,6
1	0,7	4,1	3,9	3,6

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020

TRABAJO DE LA RIOSTRA (kN*m)				
Piso	FD ₁	FD ₂	FD ₃	FD ₄
12	34,0	38,6	19,9	13,7
11	50,8	61,8	31,6	14,7
10	68,1	78,2	28,6	4,2
9	84,2	81,5	9,0	7,7
8	156,2	107,4	1,8	30,0
7	176,5	66,5	41,4	14,9
6	191,6	11,5	77,7	0,6
5	200,1	1,1	56,3	2,9
4	242,9	61,1	10,3	28,1
3	233,0	172,9	6,6	2,6
2	200,2	240,3	14,8	9,0
1	84,3	99,5	28,1	11,9

TRABAJO DEL DISIPADOR (kN*m)				
Piso	WD ₁	WD ₂	WD ₃	WD ₄
12	33,973	38,611	19,877	13,711
11	50,843	61,826	31,597	14,700
10	68,124	78,250	28,574	4,244
9	84,167	81,522	8,996	7,732
8	156,208	107,386	1,791	30,045
7	176,544	66,544	41,351	14,899
6	191,635	11,461	77,721	0,593
5	200,122	1,117	56,309	2,927
4	242,948	61,105	10,345	28,079
3	233,001	172,939	6,580	2,591
2	200,231	240,284	14,771	8,991
1	84,314	99,490	28,112	11,894

AMORTIGUAMIENTO VISCOSO				
MODO	1	2	3	4
β_v	10,53%	14,25%	14,97%	13,93%

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0,50
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	12%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	17%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODO	1	2	3	4
β_D	29%	17%	18%	17%
β_{MCE}	36%	17%	18%	17%
β_E	17%	17%	18%	17%
β_{V+I}	14%	17%	18%	17%

COMBINACIÓN
0,41
0,47
0,34
0,33


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO		

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0,8
5%	1,0
10%	1,2
20%	1,5
30%	1,8
40%	2,1
50%	2,4
60%	2,7
70%	3,0
80%	3,3
90%	3,6
100%	4,0
1000%	4,0

MODO	1	2	3	4
B_D	1,8	1,4	1,4	1,4
B_{MCE}	2,0	1,4	1,4	1,4
B_E	1,4	1,4	1,4	1,4
B_{V+1}	1,3	1,4	1,4	1,4

COMBINACIÓN
2,14
2,32
1,93
1,89


CORTANTE BASAL

CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	83900
C_s	0,118
$C_{s,máx.}$	0,057
$C_{s,min1.}$	0,036
$C_{s,min2.}$	0,041
C_s	0,057
V_s (kN)	4816

CORTANTE MÍN.	
B_{V+1}	1,3
$V_{min1} = V/B_{V+1}$	3688,04
$V_{min2} = 0.75V$	3611,77
$V_{min} = \max(V_{min1}, V_{min2})$ (kN)	3688,04

MODO	1	2	3	4
C_s	0,08	0,19	0,19	0,20
V (kN)	4953	1917	686	316


CORTANTE BASAL	
V (kN)	5364,52

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
FUERZAS LATERALES POR PISO		

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO POR MODO (kN)				
Piso	F _{D1}	F _{D2}	F _{D3}	F _{D4}
12	551	-539	318	-216
11	705	-570	236	-61
10	667	-357	-18	175
9	618	-99	-255	265
8	560	168	-380	144
7	494	404	-341	-92
6	421	576	-157	-257
5	344	660	96	-224
4	264	645	312	-19
3	184	536	400	198
2	107	354	330	263
1	39	138	145	141

CORTANTES DE DISEÑO DE PISO POR MODO (kN)				
Piso	V _{D1}	V _{D2}	V _{D3}	V _{D4}
12	551	-539	318	-216
11	1256	-1109	554	-277
10	1923	-1466	536	-102
9	2541	-1564	281	163
8	3100	-1396	-98	306
7	3594	-992	-439	215
6	4015	-416	-596	-43
5	4359	244	-500	-267
4	4623	889	-188	-286
3	4807	1425	212	-88
2	4914	1779	542	175
1	4953	1917	686	316

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO (kN)		
Piso	V _D	F _D
12	861	861
11	1787	925
10	2479	1553
9	3001	1448
8	3415	1967
7	3760	1793
6	4081	2288
5	4402	2115
4	4720	2605
3	5019	2414
2	5257	2843
1	5365	2521

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
SISMO DE DISEÑO		

MODO	1	2	3	4
D _{1D} (m)	0,187	-	-	-
D _{mD} (m)	-	-0,014	0,002	-0,001

D _y (m)	0,138
μ _D	1,4




COMPORTAMIENTO DEL PISO


DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					D _D
Piso	D _{D1}	D _{D2}	D _{D3}	D _{D4}	
12	0,187	-0,014	0,002	-0,001	0,188
11	0,180	-0,011	0,001	0,000	0,180
10	0,170	-0,007	0,000	0,000	0,170
9	0,158	-0,002	-0,001	0,001	0,158
8	0,143	0,003	-0,002	0,000	0,143
7	0,126	0,008	-0,002	0,000	0,126
6	0,107	0,011	-0,001	-0,001	0,108
5	0,088	0,013	0,001	-0,001	0,089
4	0,067	0,012	0,002	0,000	0,068
3	0,047	0,010	0,002	0,001	0,048
2	0,027	0,007	0,002	0,001	0,028
1	0,010	0,003	0,001	0,000	0,010

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

SISMO DE DISEÑO				
Piso	DERIVA (m)		FUERZA (kN)	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
12	0,0075	0,0096	657	OK
11	0,0101	0,0129	674	OK
10	0,0126	0,0161	690	OK
9	0,0148	0,0189	704	OK
8	0,0166	0,0213	1227	OK
7	0,0182	0,0233	1238	OK
6	0,0194	0,0248	1246	OK
5	0,0202	0,0258	1251	OK
4	0,0203	0,0260	1570	OK
3	0,0199	0,0255	1567	OK
2	0,0180	0,0231	1553	OK
1	0,0102	0,0131	1496	OK

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
SISMO MCE		

MODO	1	2	3	4
D _{1MCE} (m)	0,294	-	-	-
D _{4MCE} (m)	-	-0,021	0,004	-0,001


D _y (m)	0,138
H _{MCE}	2,1 

COMPORTAMIENTO DEL PISO

DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					D _{MCE}
Piso	D _{MCE1}	D _{MCE2}	D _{MCE3}	D _{MCE4}	
12	0,294	-0,021	0,004	-0,001	0,295
11	0,282	-0,016	0,002	0,000	0,283
10	0,267	-0,010	0,000	0,001	0,267
9	0,247	-0,003	-0,002	0,001	0,247
8	0,224	0,005	-0,003	0,001	0,224
7	0,198	0,012	-0,003	0,000	0,198
6	0,169	0,017	-0,001	-0,001	0,169
5	0,138	0,019	0,001	-0,001	0,139
4	0,106	0,019	0,003	0,000	0,107
3	0,074	0,015	0,003	0,001	0,075
2	0,043	0,010	0,003	0,001	0,044
1	0,015	0,004	0,001	0,001	0,016

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

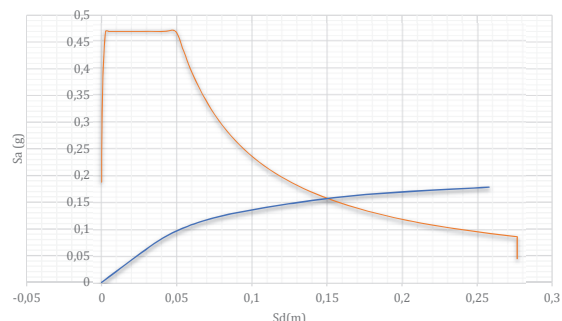
SISMO MCE				
Piso	DERIVA		FUERZA	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
12	0,0118	0,0151	685	OK
11	0,0158	0,0203	711	OK
10	0,0197	0,0253	736	OK
9	0,0232	0,0297	759	OK
8	0,0261	0,0334	1291	OK
7	0,0286	0,0366	1307	OK
6	0,0305	0,0390	1320	OK
5	0,0317	0,0406	1328	OK
4	0,0318	0,0407	1655	OK
3	0,0312	0,0400	1651	OK
2	0,0282	0,0362	1628	OK
1	0,0160	0,0205	1538	OK

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 12 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020

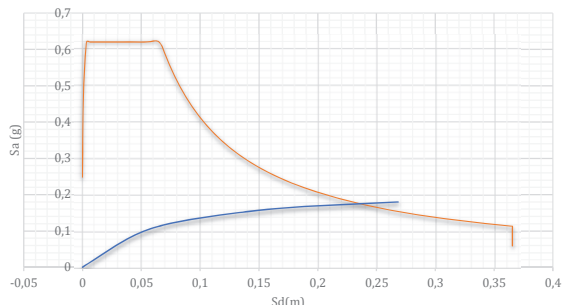
Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0,0000	0,0	0,0000	0,000
0,0246	2500,6	0,0182	0,039
0,0394	3962,7	0,0292	0,061
0,0519	5135,5	0,0385	0,079
0,0642	6056,5	0,0476	0,093
0,0770	6810,8	0,0571	0,105
0,0895	7402,3	0,0663	0,114
0,1030	7922,2	0,0764	0,122
0,1159	8321,3	0,0859	0,128
0,1289	8669,5	0,0956	0,133
0,1424	8994,9	0,1056	0,139
0,1578	9333,4	0,1170	0,144
0,1718	9621,7	0,1274	0,148
0,1873	9914,3	0,1389	0,153
0,2005	10144,9	0,1487	0,156
0,2133	10355,2	0,1582	0,159
0,2282	10571,1	0,1692	0,163
0,2488	10816,9	0,1845	0,167
0,2646	10956,4	0,1962	0,169
0,2716	11007,9	0,2014	0,170
0,2785	11059,4	0,2065	0,170
0,2854	11110,9	0,2117	0,171
0,2924	11162,5	0,2168	0,172
0,2993	11214,0	0,2220	0,173
0,3063	11265,5	0,2271	0,173
0,3132	11317,0	0,2323	0,174
0,3202	11368,6	0,2374	0,175
0,3271	11420,1	0,2426	0,176
0,3341	11471,6	0,2478	0,177
0,3410	11523,1	0,2529	0,177
0,3479	11574,7	0,2581	0,178
0,3549	11626,2	0,2632	0,179
0,3618	11677,7	0,2684	0,180

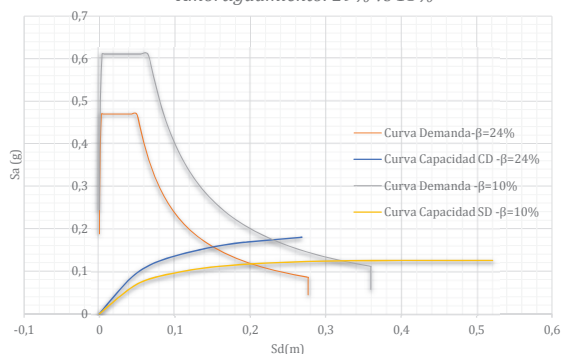
Espectro Elástico de Aceleración de Diseño
Amortiguamiento: 29%



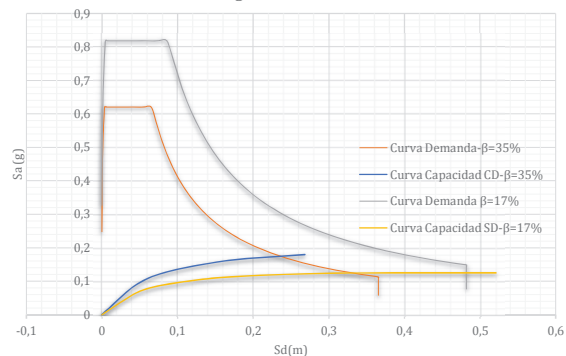
Espectro Elástico de Aceleración Extremo
Amortiguamiento: 35%



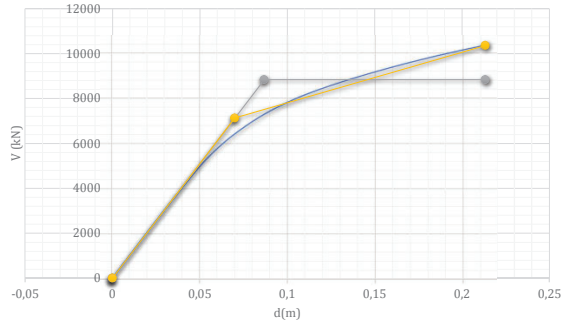
Espectro de demanda vs Espectro de capacidad para Aceleración de Diseño en Y
Amortiguamiento: 29% vs 15%



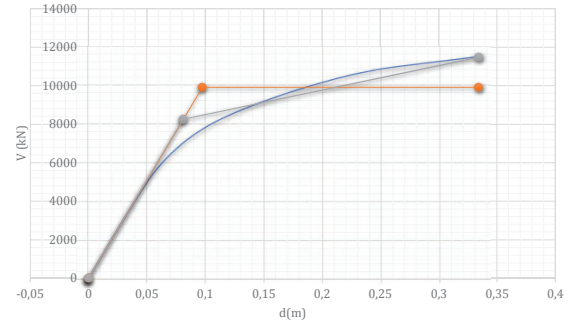
Espectro de demanda vs Espectro de capacidad para Aceleración Extremo en Y
Amortiguamiento: 35% vs 20%



Espectro Elástico de Aceleración de Diseño
Amortiguamiento: 29%



Espectro Elástico de Aceleración Extremo
Amortiguamiento: 35%



Δ_d	0,06	m
V_d	4549,12	kN

Δ_y (bilineal 1)	0,09	m
V_y (bilineal 1)	8843,87	kN

Δ_y (bilineal 2)	0,07	m
V_y (bilineal 2)	7131,61	kN

Δ_{max}	0,21	m
V_u	10355,18	kN

V_e	21721,80	kN
-------	----------	----

19196,37903
17492,72649
21721,80344

μ (bilineal 1)	2,46
μ (bilineal 2)	3,05

T	1,34	s
T_c	0,65	s

Mahmoudi

R_μ	3,05
R_{sd}	1,57
R_{sm}	1,16
R_s	1,81

R	5,52
-----	------

Abou-Elfath

R_μ	2,46
R_s	2,28

R	5,59
R	4,77

Asgarian

R_μ	2,46
R_{so}	1,94
F_1	1,05
F_2	1,10
R_s	2,25
R	5,52
R	4,77

Onuralp

R_μ	2,46
R_{so}	1,94
R	4,77

Δ_d	0,06	m
V_d	4549,12	kN

Δ_y (bilineal 1)	0,10	m
V_y (bilineal 1)	9914,81	kN

Δ_y (bilineal 2)	0,08	m
V_y (bilineal 2)	8250,51	kN

Δ_{max}	0,33	m
V_u	11471,61	kN

V_e	34015,91	kN
-------	----------	----

25354,911
24004,563
34015,911

μ (bilineal 1)	3,43
μ (bilineal 2)	4,12

T	1,34	s
T_c	0,65	s

Mahmoudi

R_μ	4,12
R_{sd}	1,81
R_{sm}	1,16
R_s	2,09

R	8,64
-----	------

Abou-Elfath

R_μ	3,43
R_s	2,52

R	8,65
R	7,48

Asgarian

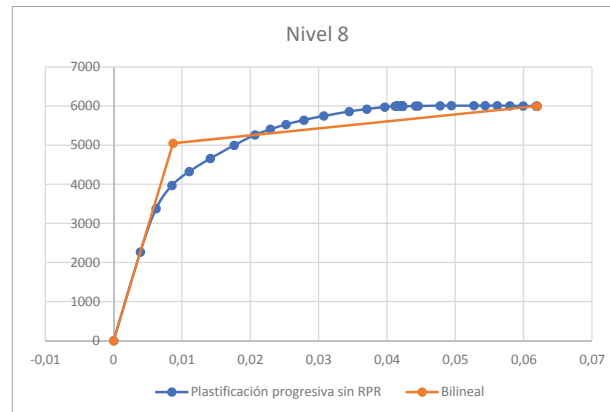
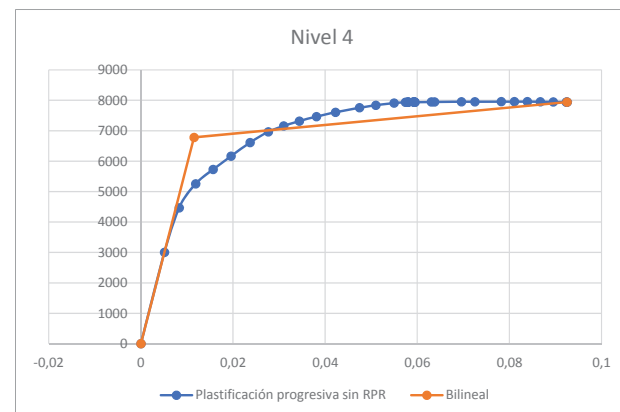
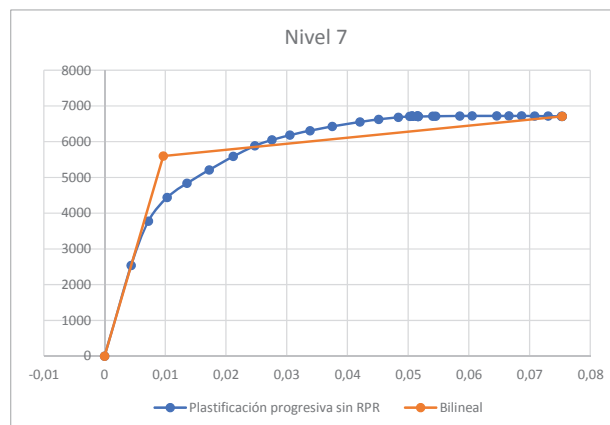
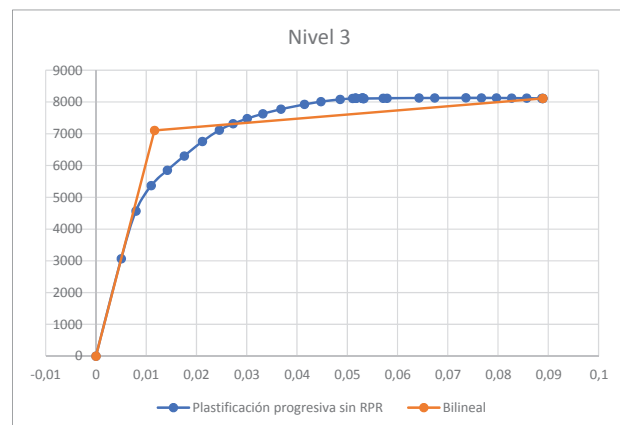
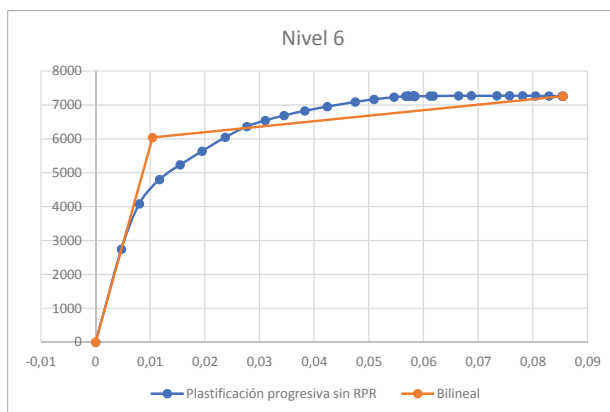
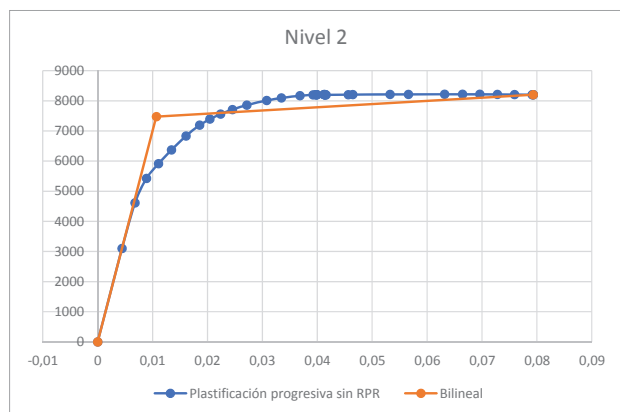
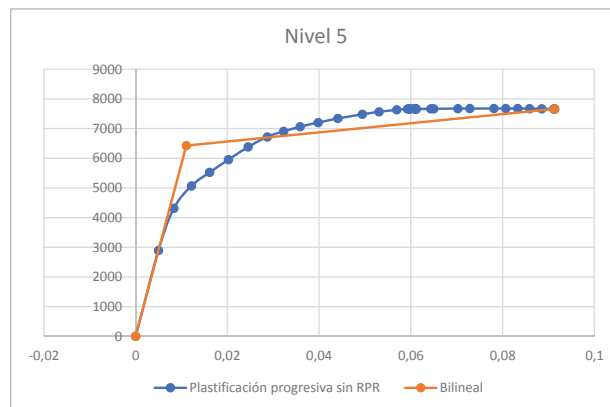
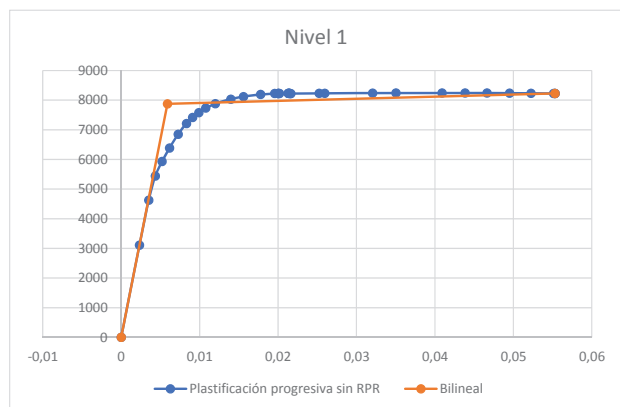
R_μ	3,43
R_{so}	2,18
F_1	1,05
F_2	1,10
R_s	2,52
R	8,64
R	7,48

Onuralp

R_μ	3,43
R_{so}	2,18
R	7,48

[illegible]

ANEXO 3.3										Plasificación progresiva por nivel Estructura con disipadores en X - Edificio de 12 pisos										UNIVERSIDAD NACIONAL DE COCHABAMBA									
Piso	N1		N2		N3		N4		N5		N6		N7		N8		N9		N10		N11		N12						
	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]					
0	-1,22475E-06	5,631E-05	-2,5195E-06	0,00310833	-0,000002101	0,00108996	-0,6735E-06	0,00205504	-9,3575E-07	1,6123E-06	8,3775E-07	1,0031E-05	1,7127E-06	-0,00303248	2,5185E-06	-3,7602E-05	3,2801E-06	0,001963212	3,8809E-06	-0,00102823	0,00000375	0,00098285	415,872						
1	0,001346	2800,981	0,0023525	2791,68	0,00268625	2762	0,00268625	2703,477	0,00273025	2608,741	0,0026675	2474,064	0,002526	2284,213	0,0023255	2042,312	0,002766	1739,776	0,001744	1371,261	0,00135275	931,617	0,00093975	415,872					
2	0,0024495	4924,851	0,004336	4908,499	0,0048035	4856,315	0,004937	4753,424	0,00498975	4586,847	0,0048445	4344,775	0,004556	4016,244	0,00417	3590,919	0,00370925	3058,987	0,003086	2411,035	0,00236525	1638,023	0,00162825	731,214					
3	0,003146	6191,341	0,00561775	6170,796	0,00625375	6105,208	0,00646175	5753,858	0,00664125	5766,43	0,0065015	5462,1	0,006028	5049,077	0,005417	4514,376	0,00477225	3845,646	0,00393825	3031,066	0,00298875	2059,265	0,00204675	919,252					
4	0,00369875	7121,921	0,006737	7098,283	0,0076785	7022,831	0,00808625	6874,038	0,008417	6633,137	0,0082655	6283,066	0,00758375	5807,971	0,00670575	5192,899	0,005846	4423,66	0,004752	3486,647	0,0035365	2368,781	0,002408	1057,419					
5	0,00417025	7816,448	0,00782725	7790,508	0,00917075	7707,686	0,00978375	7544,373	0,01027375	7279,978	0,01010625	6895,074	0,0091945	6374,351	0,0080415	5699,312	0,00698975	4855,055	0,0059925	3826,665	0,00495975	2599,78	0,00385475	1160,538					
6	0,00460675	8354,133	0,00885225	8326,407	0,010618	8237,871	0,01153325	8063,313	0,01224	7780,729	0,012073	7370,102	0,01092575	6812,822	0,009452	6091,356	0,008157	5189,033	0,00647025	4089,905	0,00495975	2778,618	0,00385475	1240,37					
7	0,004993	8715,413	0,0097605	8686,489	0,01192325	8594,143	0,01311725	8412,054	0,01395175	8117,257	0,01373975	7688,87	0,01240725	7107,468	0,01067875	6354,788	0,00915925	5413,433	0,00721475	4266,767	0,0050525	2898,78	0,00385475	1294,009					
8	0,00540125	9047,34	0,01076025	9017,332	0,01335675	8921,494	0,0148	8732,479	0,01574075	8426,45	0,01548	7981,729	0,01397175	7378,176	0,01200425	6596,814	0,01024775	5619,603	0,00800425	4429,267	0,0055335	3009,184	0,003825	1343,294					
9	0,00580775	9356,057	0,0117775	9325,026	0,01482325	9225,916	0,01651925	9030,454	0,01756675	8713,583	0,0172605	8254,086	0,0155865	7629,937	0,013393	6821,916	0,0113895	5811,358	0,008837	4580,404	0,00693825	3111,864	0,00386325	1389,134					
10	0,0062605	9656,33	0,012849	9624,305	0,016364	9522,027	0,01832575	9320,291	0,01948575	8993,665	0,0191575	8519,009	0,017296	7874,828	0,01487075	7040,869	0,0126165	5997,877	0,009745	4727,416	0,0065925	3211,742	0,004178	1433,719					
11	0,0066775	9914,459	0,013868	9881,599	0,0179575	9776,6	0,019994	9569,485	0,021251	9244,127	0,020864	8746,781	0,018879	8085,375	0,0162465	7229,123	0,0176275	6158,245	0,01058375	4853,81	0,0071385	3297,614	0,004499	1477,05					
12	0,007126	10139,854	0,014864	1006,263	0,02154225	9797,951	0,022879	9444,114	0,0242565	8945,687	0,023395	8289,242	0,0219715	7393,514	0,0179675	6531,411	0,0172925	5341,013	0,011368	4964,188	0,00764325	3372,598	0,00479675	1505,524					
13	0,007597	10516,929	0,016785	10481,976	0,0231594	10370,632	0,025134	9795,183	0,0252805	9248,25	0,024941	8576,635	0,0239975	7668,25	0,0167255	6531,411	0,0172925	5341,013	0,011368	4964,188	0,00764325	3372,598	0,00479675	1505,524					
14	0,00808875	10788,277	0,01831225	10752,373	0,0253505	10638,143	0,027373	10412,863	0,02799	10047,992	0,027439	9517,08	0,0263225	8798,014	0,02154825	7866,25	0,0183275	6701,013	0,01390125	5381,614	0,0086775	3497,977	0,0053925	1601,783					
15	0,00861175	11071,499	0,02079405	10955,06	0,0279905	10838,883	0,029905	10589,756	0,03054275	10218,074	0,02894475	9675,384	0,0263225	8947,408	0,02177475	7995,919	0,0202125	6814,646	0,0146825	5711,338	0,00981525	3649,222	0,00607175	1628,999					
16	0,00918175	11367,865	0,02378825	11259,343	0,0308625	11078,865	0,0329605	10778,785	0,0344175	10386,974	0,032875	9821,802	0,027439	9106,862	0,02471625	8142,408	0,022125	6932,82	0,01535825	5487,006	0,010383	3744,211	0,00607175	1628,999					
17	0,009805	11723,62	0,0268765	11618,48	0,0339385	11459,385	0,036175	11059,929	0,0379385	10659,492	0,036246	10092,38	0,032875	9311,311	0,0243675	8332,786	0,0213125	7095,01	0,016386	5501,15	0,0112105	3749,333	0,00607175	1628,999					
18	0,0103655	12142,62	0,0308875	11984,718	0,03734075	11833,715	0,04033605	11444,025	0,04227075	10753,577	0,0404036	10186,076	0,036246	9445,24	0,027675	8416,539	0,0231155	7171,57	0,0176	5652,492	0,01188075	3840,238	0,007166	1714,264					
19	0,0112345	12545,489	0,03459425	12407,446	0,0417425	12285,264	0,0451605	11895,264	0,04794275	11273,395	0,0458975	10603,925	0,04033605	9409,382	0,0288575	8416,539	0,0231155	7171,57	0,0176	5652,492	0,01188075	3840,238	0,007166	1714,264					
20	0,012345	13141,218	0,03810425	12972,832	0,0451605	12842,58	0,0490065	12432,344	0,05187	11908,107	0,049564	11302,344	0,0458975	9409,382	0,0288575	8416,539	0,0231155	7171,57	0,0176	5652,492	0,01188075	3840,238	0,007166	1714,264					
21	0,014134	13711,646	0,04210425	13572,916	0,04794275	13479,491	0,05187	12908,107	0,0548975	12432,344	0,05187	11908,107	0,049564	9409,382	0,0288575	8416,539	0,0231155	7171,57	0,0176	5652,492	0,01188075	3840,238	0,007166	1714,264					
22	0,0160415	14315,6	0,04794275	14176,483	0,05187	13908,107	0,0548975	13479,491	0,05794275	12908,107	0,05794275	12432,344	0,05187	11908,107	0,049564	9409,382	0,0288575	8416,539	0,0231155	7171,57	0,0176	5652,492	0,01188075	3840,238					
23	0,017887	14861,75	0,05187	14682,925	0,0548975	14403,819	0,05794275	14176,483	0,0608875	13682,75	0,0608875	13193,819	0,05794275	12908,107	0,05794275	12432,344	0,05187	11908,107	0,05794275	12908,107	0,0608875	13682,75	0,0608875	13193,819					

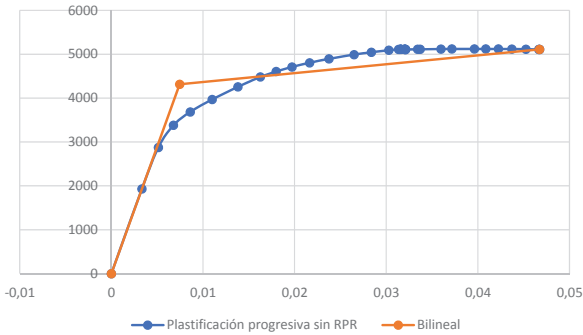


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta

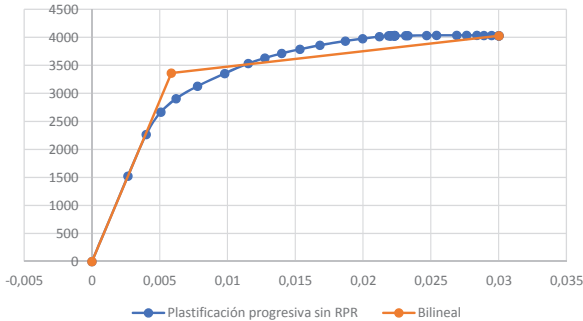
ANEXO 3.3

Plastificación progresiva por nivel sin disipadores en X - Edificio de 12 pisos

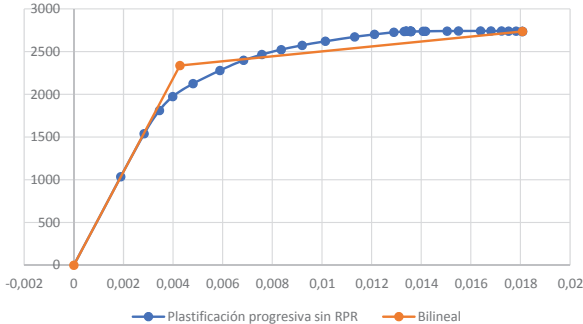
Nivel 9



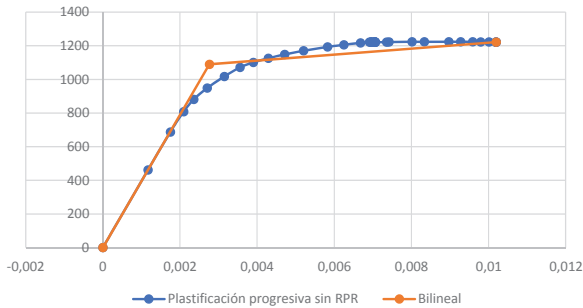
Nivel 10



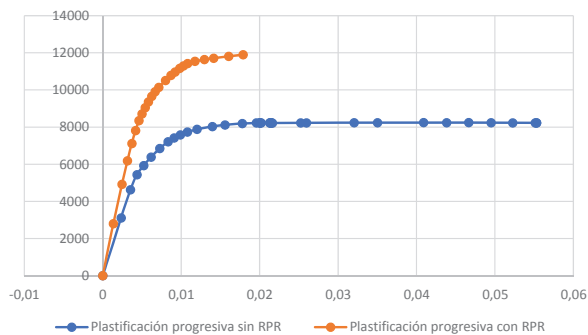
Nivel 11



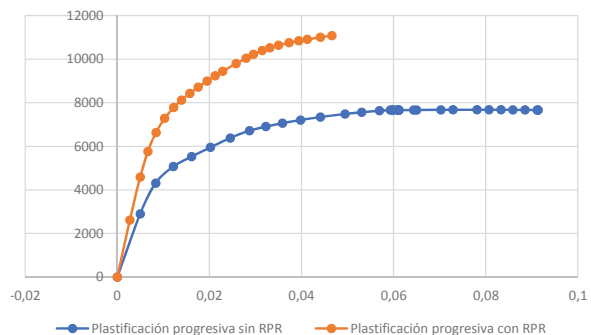
Nivel 12



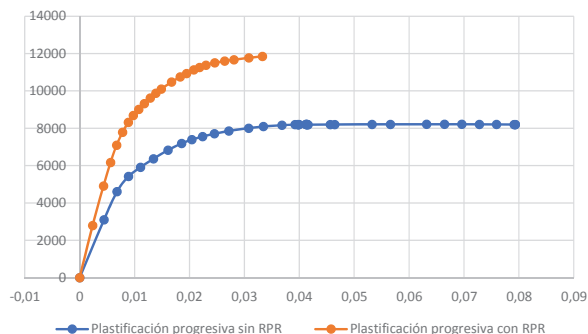
Nivel 1



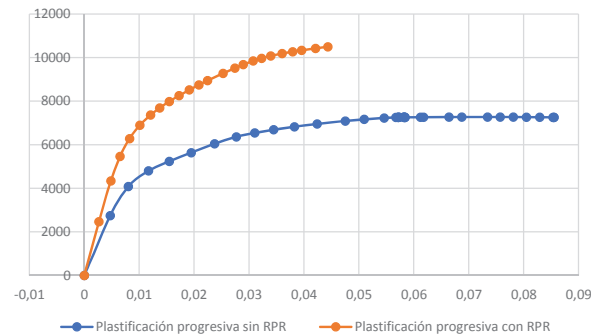
Nivel 5



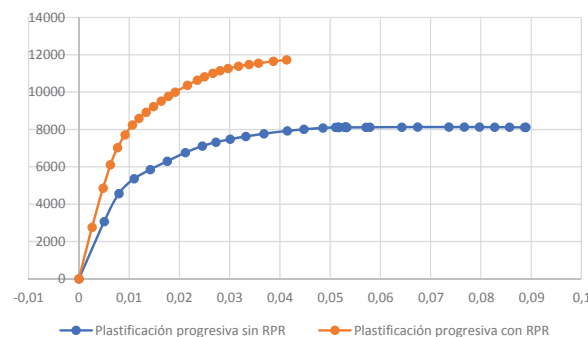
Nivel 2



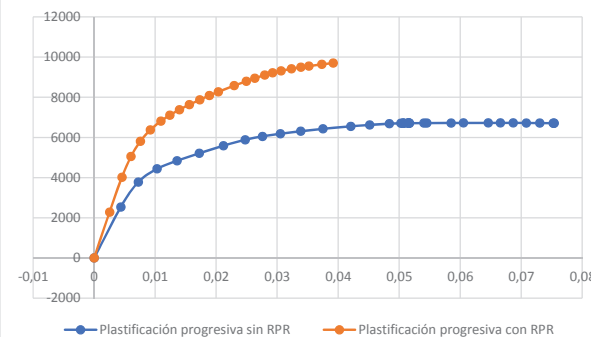
Nivel 6



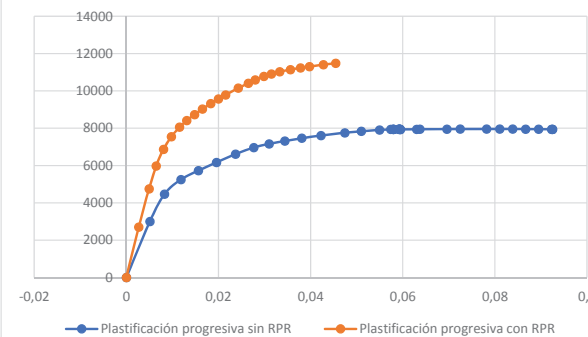
Nivel 3



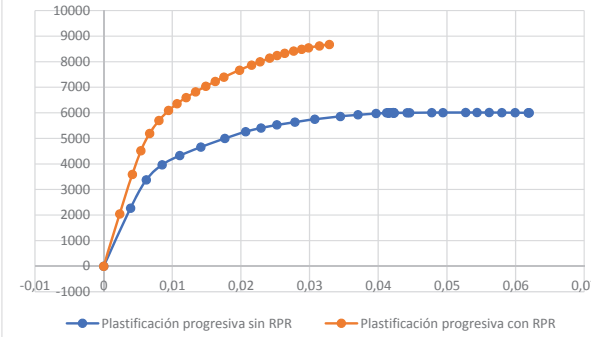
Nivel 7



Nivel 4



Nivel 8

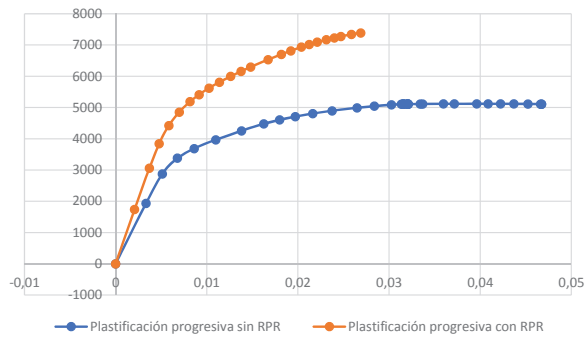


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta

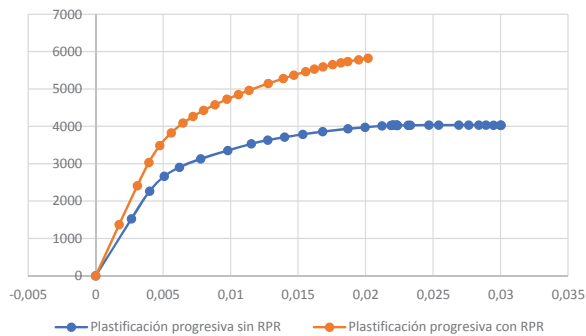
ANEXO 3.3

Aumento de capacidad por disipadores en X - Edificio de 12 pisos

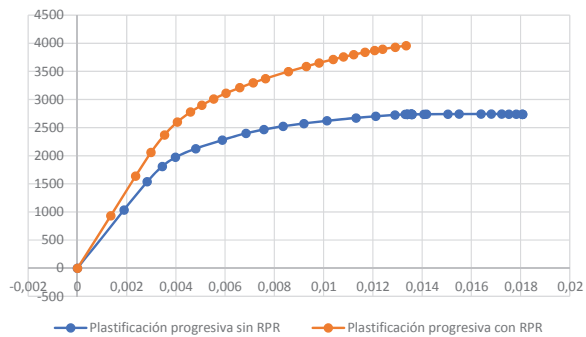
Nivel 9



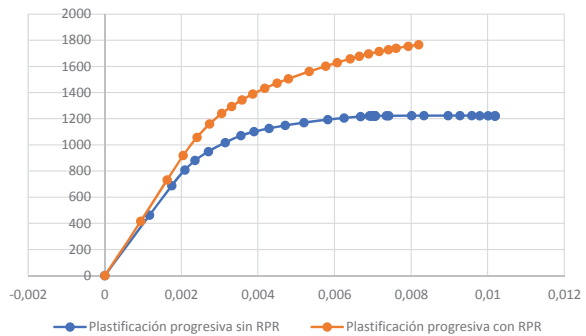
P10




P11

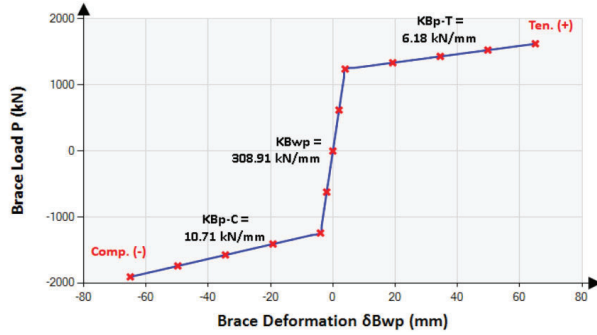


Nivel 12



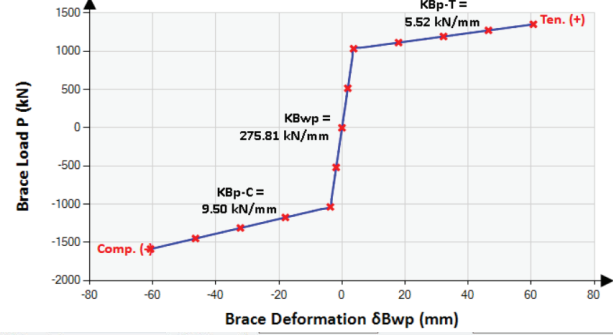
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta											 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 3.3		Aplicación metodología de Oviedo para definición de disipadores en X									2020	
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Δ_{FC} [m]	0,0023	0,0044	0,0050	0,0051	0,0050	0,0047	0,0044	0,0039	0,0033	0,0027	0,0019	0,0012
Q_{FC} [kN]	3111,0	3100,6	3067,6	3002,6	2897,5	2744,6	2537,1	2268,5	1932,4	1523,1	1034,8	461,9
K_{FC} [kN/m]	1334202	699231	610039	587256	581036	579676	579781	580244	579571	574324	546846	394799
Δ_{FY} [m]	0,0059	0,0107	0,0116	0,0115	0,0111	0,0104	0,0097	0,0087	0,0074	0,0059	0,0043	0,0028
Q_{FY} [kN]	7878,2	7475,1	7105,7	6780,2	6428,5	6039,0	5600,0	5048,2	4316,2	3362,0	2337,7	1089,9
K_{eq} [kN/m]	1334202	699231	610039	587256	581036	579676	579781	580244	579571	574324	546846	394799
α (Q_{FC}/Q_{FY})	0,395	0,415	0,432	0,443	0,451	0,454	0,453	0,449	0,448	0,453	0,443	0,424
		ν	0,3	β'	0,54	β	0,35					
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
Δ_{OY} [mm]	1,7714	3,2071	3,4944	3,4637	3,3192	3,1254	2,8977	2,6100	2,2341	1,7562	1,2824	0,8282
Q_{OY} [kN]	4242,1	4025,1	3826,2	3650,9	3461,5	3251,8	3015,4	2718,2	2324,1	1810,3	1258,7	586,9
K_D [kN/m]	2394721,9	1255030,4	1094941,8	1054048,9	1042884,7	1040444,5	1040632,7	1041463,6	1040256,4	1030837,8	981519,1	708613,9
Riostras												
H	3,00	B	3,75	Lb	4,80	θ	0,67	n	4			
Lbp												
L_{bp} [m]	2,200	2,200	2,200	2,200	2,000	2,000	2,000	2,000	1,200	1,200	1,200	1,200
A_{bp} [mm ²]	3600,0	3600,0	3600,0	3600,0	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0	1800,0	1800,0	1800,0	1800,0
K_{bpi} [kN/m]	327272,7273	327272,7273	327272,7273	327272,7273	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000
T_Y [kN]	1241,1	1241,1	1241,1	1241,1	1034,2	1034,2	1034,2	1034,2	620,5	620,5	620,5	620,5
Δ_{bp} [mm]	3,7921169	3,7921169	3,7921169	3,7921169	3,447379	3,447379	3,447379	3,447379	2,0684274	2,0684274	2,0684274	2,0684274
Ratio	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
K_{bpf} [kN/m]	6545,454545	6545,454545	6545,454545	6545,454545	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
T_{max}	1638,194501	1638,194501	1638,194501	1638,194501	1365,162084	1365,162084	1365,162084	1365,162084	819,0972504	819,0972504	819,09725	819,09725
Δ_{bp} [mm]	64,4659873	64,4659873	64,4659873	64,4659873	58,605443	58,605443	58,605443	58,605443	35,1632658	35,1632658	35,1632658	35,1632658
$Q_{OY\ OBI}$ [kN]	3876,409059	3876,409059	3876,409059	3876,409059	3230,340883	3230,340883	3230,340883	3230,340883	1938,20453	1938,20453	1938,20453	1938,20453
Lb												
L_b [m]	1,301	1,301	1,301	1,301	1,401	1,401	1,401	1,401	1,801	1,801	1,801	1,801
A_b [mm ²]	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0
K_{bi} [kN/m]	5840889,906	5840889,906	5840889,906	5840889,906	5424032,331	5424032,331	5424032,331	5424032,331	4219475,838	4219475,838	4219475,84	4219475,84
T_Y [kN]	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Δ_b [mm]	2,242815806	2,242815806	2,242815806	2,242815806	2,415184756	2,415184756	2,415184756	2,415184756	3,104660556	3,104660556	3,10466056	3,10466056
Δ_b en T_{Ybp} [mm]	0,212477287	0,212477287	0,212477287	0,212477287	0,190672481	0,190672481	0,190672481	0,190672481	0,147062868	0,147062868	0,14706287	0,14706287
	0,537941232	0,973931403	1,061165055	1,051832591	1,110185012	1,045370403	0,969205538	0,872992974	1,211019624	0,951933327	0,69514993	0,44891231
Lbeq												
K_{beqi} [kN/m]	294293,4327	294293,4327	294293,4327	294293,4327	270119,6823	270119,6823	270119,6823	270119,6823	262651,5401	262651,5401	262651,54	262651,54
Δ_{bei} [mm]	4,217071474	4,217071474	4,217071474	4,217071474	3,828723961	3,828723961	3,828723961	3,828723961	2,362553137	2,362553137	2,36255314	2,36255314
K_{beqf} [kN/m]	6530,817335	6530,817335	6530,817335	6530,817335	5986,755046	5986,755046	5986,755046	5986,755046	5982,98466	5982,98466	5982,98466	5982,98466
Δ_{bef} [mm]	65,02692734	65,02692734	65,02692734	65,02692734	59,10881835	59,10881835	59,10881835	59,10881835	35,55151177	35,55151177	35,5515118	35,5515118
MENOR	MENOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR
Ksi [kN/m]	1177173,73	1177173,73	1177173,73	1177173,73	1080478,73	1080478,73	1080478,73	1080478,73	1050606,16	1050606,16	1050606,16	1050606,16
Ksf [kN/m]	26123,3	26123,3	26123,3	26123,3	23947,0	23947,0	23947,0	23947,0	23931,9	23931,9	23931,9	23931,9
Δ [mm]	3,2930	3,2930	3,2930	3,2930	2,9897	2,9897	2,9897	2,9897	1,8448	1,8448	1,8448	1,8448

NIVELES 1 A 4



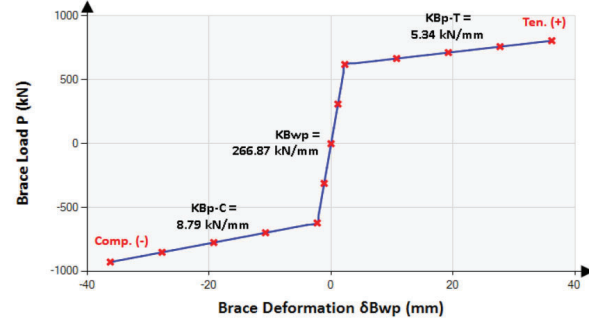
BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	12Px1-4	Le1:	360 mm
H:	3'000 mm	Le2:	360 mm
L:	3'750 mm	Lp:	2'160 mm
E:	200'000 MPa	λ_p :	0.60
Lb:	3'600 mm	α_1 :	10.56
ϵ_p :	0.0200	α_2 :	10.56
λ_1 :	0.10	P_y :	1'242 kN
λ_2 :	0.10	θ :	39
Ae1:	38'000 mm ²	δB_{ep} :	43.44 mm
Ae2:	38'000 mm ²	ΔB_{ep} :	55.62 mm
Ap:	3'600 mm ²	Lwp:	4'802 mm
Fysc:	345 MPa	Lc:	601 mm
α_c :	35.00	λ_c :	0.17
Theoretical Total Elastic Stiffness		KB: 313.53 kN/mm KBwp: 308.91 kN/mm KBwp/KB: 0.99 KF: 2.06	
Post-elastic Stiffness		KBp-T: 6.18 kN/mm KBp-C: 10.71 kN/mm	

NIVELES 5 A 8



BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	12Px5-8	Le1:	396 mm
H:	3'000 mm	Le2:	396 mm
L:	3'750 mm	Lp:	2'016 mm
E:	200'000 MPa	λ_p :	0.56
Lb:	3'600 mm	α_1 :	12.67
ϵ_p :	0.0200	α_2 :	12.67
λ_1 :	0.11	P_y :	1'035 kN
λ_2 :	0.11	θ :	39
Ae1:	38'000 mm ²	δB_{ep} :	40.54 mm
Ae2:	38'000 mm ²	ΔB_{ep} :	51.91 mm
Ap:	3'000 mm ²	Lwp:	4'802 mm
Fysc:	345 MPa	Lc:	601 mm
α_c :	35.00	λ_c :	0.17
Theoretical Total Elastic Stiffness		KB: 280.24 kN/mm KBwp: 275.81 kN/mm KBwp/KB: 0.98 KF: 2.21	
Post-elastic Stiffness		KBp-T: 5.52 kN/mm KBp-C: 9.50 kN/mm	

NIVELES 9 A 12

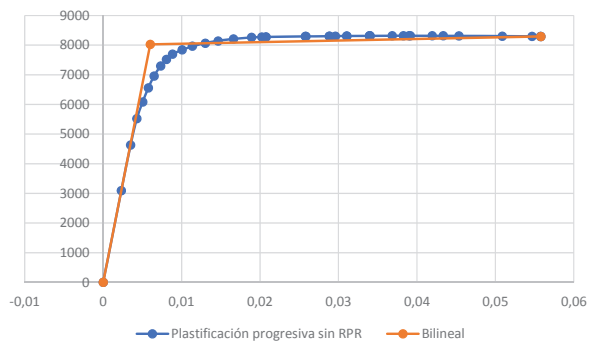


BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	12Px9-12	Le1:	600 mm
H:	3'000 mm	Le2:	600 mm
L:	3'750 mm	Lp:	1'201 mm
E:	200'000 MPa	λ_p :	0.33
Lb:	3'600 mm	α_1 :	21.11
ϵ_p :	0.0200	α_2 :	21.11
λ_1 :	.1666	P_y :	621 kN
λ_2 :	.1666	θ :	39
Ae1:	38'000 mm ²	δB_{ep} :	24.22 mm
Ae2:	38'000 mm ²	ΔB_{ep} :	31.01 mm
Ap:	1800 mm ²	Lwp:	4'802 mm
Fysc:	345 MPa	Lc:	601 mm
α_c :	35.00	λ_c :	0.17
Theoretical Total Elastic Stiffness		KB: 273.85 kN/mm KBwp: 266.87 kN/mm KBwp/KB: 0.97 KF: 3.56	
Post-elastic Stiffness		KBp-T: 5.34 kN/mm KBp-C: 8.79 kN/mm	

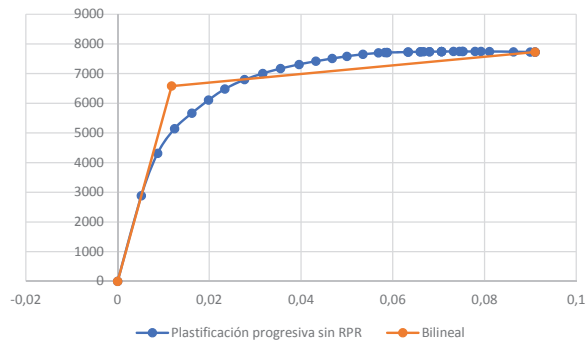
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta

Piso	ANEJO 3.1										Plataforma progresiva por nivel										Estructura con diápteros en Y - Edificio de 12 pisos										ANEJO 3.2																								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12																			
1	-0.00001739	-0.00094382	0.00210633	-3.3228E-06	0.00507174	-0.000002	0.00305136	-21.0E	0.00103529	-1E-06	0.0026828	3039.2167	0.0024928	1823.3767	0.0022442	1553.173	0.00014336	0	-0.00019837	0	-0.0020074	0	-0.0020074	0	-8.538E-07	1	0.00012902	2560.554	0.0030478	2493.527	0.002666	-3.4014E-06	0.00209314	3.3228E-06	0.00507174	-0.000002	0.00305136	-21.0E	0.00103529	-1E-06	0.0026828	3039.2167	0.0024928	1823.3767	0.0022442	1553.173	0.00014336	0	-0.00019837	0	-0.0020074	0	-0.0020074	0	-8.538E-07
2	0.00012902	2560.554	0.0030478	2493.527	0.002666	-3.4014E-06	0.00209314	3.3228E-06	0.00507174	-0.000002	0.00305136	-21.0E	0.00103529	-1E-06	0.0026828	3039.2167	0.0024928	1823.3767	0.0022442	1553.173	0.00014336	0	-0.00019837	0	-0.0020074	0	0.00012902	2560.554	0.0030478	2493.527	0.002666	-3.4014E-06	0.00209314	3.3228E-06	0.00507174	-0.000002	0.00305136	-21.0E	0.00103529	-1E-06	0.0026828	3039.2167	0.0024928	1823.3767	0.0022442	1553.173	0.00014336	0	-0.00019837	0	-0.0020074	0	-0.0020074	0	-8.538E-07
3	0.00012902	2560.554	0.0030478	2493.527	0.002666	-3.4014E-06	0.00209314	3.3228E-06	0.00507174	-0.000002	0.00305136	-21.0E	0.00103529	-1E-06	0.0026828	3039.2167	0.0024928	1823.3767	0.0022442	1553.173	0.00014336	0	-0.00019837	0	-0.0020074	0	0.00012902	2560.554	0.0030478	2493.527	0.002666	-3.4014E-06	0.00209314	3.3228E-06	0.00507174	-0.000002	0.00305136	-21.0E	0.00103529	-1E-06	0.0026828	3039.2167	0.0024928	1823.3767	0.0022442	1553.173	0.00014336	0	-0.00019837	0	-0.0020074	0	-0.0020074	0	-8.538E-07
4	0.00012902	2560.554	0.0030478	2493.527	0.002666	-3.4014E-06	0.00209314	3.3228E-06	0.00507174	-0.000002	0.00305136	-21.0E	0.00103529	-1E-06	0.0026828	3039.2167	0.0024928	1823.3767	0.0022442	1553.173	0.00014336	0	-0.00019837	0	-0.0020074	0	0.00012902	2560.554	0.0030478	2493.527	0.002666	-3.4014E-06	0.00209314	3.3228E-06	0.00507174	-0.000002	0.00305136	-21.0E	0.00103529	-1E-06	0.0026828	3039.2167	0.0024928	1823.3767	0.0022442	1553.173	0.00014336	0	-0.00019837	0	-0.0020074	0	-0.0020074	0	-8.538E-07
5	0.00012902	2560.554	0.0030478	2493.527	0.002666	-3.4014E-06	0.00209314	3.3228E-06	0.00507174	-0.000002	0.00305136	-21.0E	0.00103529	-1E-06	0.0026828	3039.2167	0.0024928	1823.3767	0.0022442	1553.173	0.00014336	0	-0.00019837	0	-0.0020074	0	0.00012902	2560.554	0.0030478	2493.527	0.002666	-3.4014E-06	0.00209314	3.3228E-06	0.00507174	-0.000002	0.00305136	-21.0E	0.00103529	-1E-06	0.0026828	3039.2167	0.0024928	1823.3767	0.0022442	1553.173	0.00014336	0	-0.00019837	0	-0.0020074	0	-0.0020074	0	-8.538E-07
6	0.00012902	2560.554	0.0030478	2493.527	0.002666	-3.4014E-06	0.00209314	3.3228E-06	0.00507174	-0.000002	0.00305136	-21.0E	0.00103529	-1E-06	0.0026828</																																								

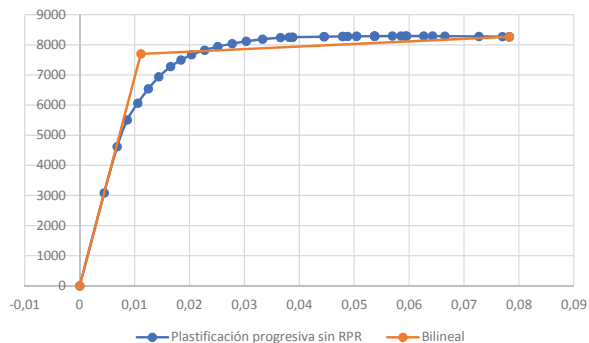
Nivel 1



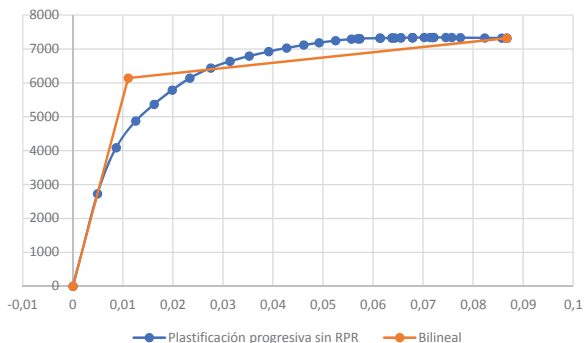
Nivel 5



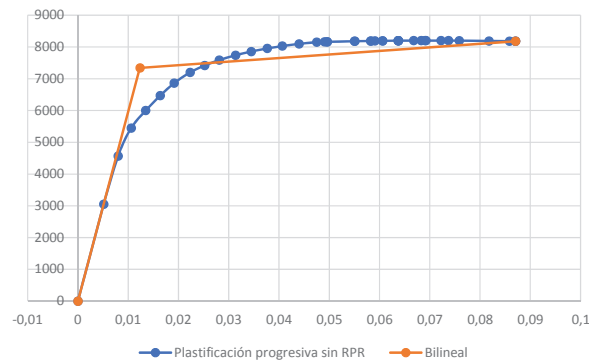
Nivel 2



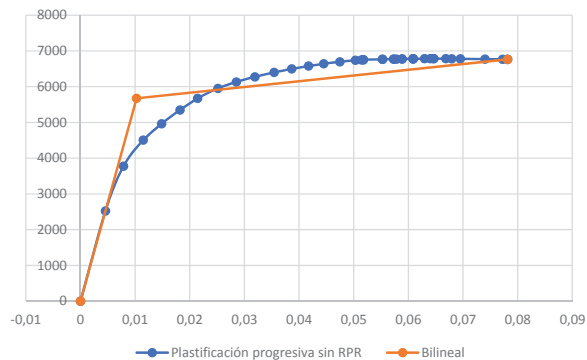
Nivel 6



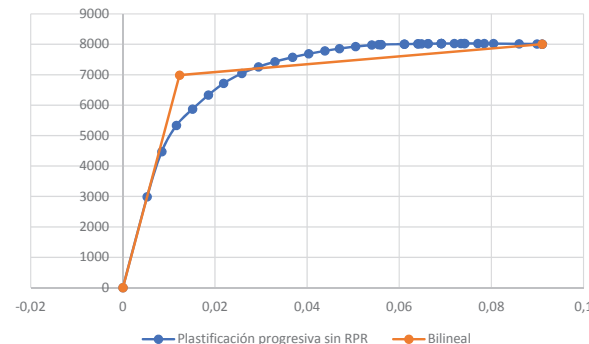
Nivel 3



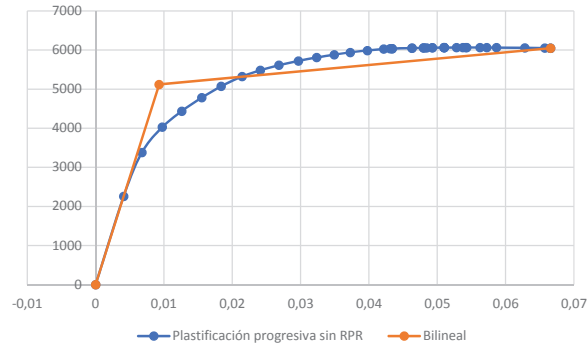
Nivel 7



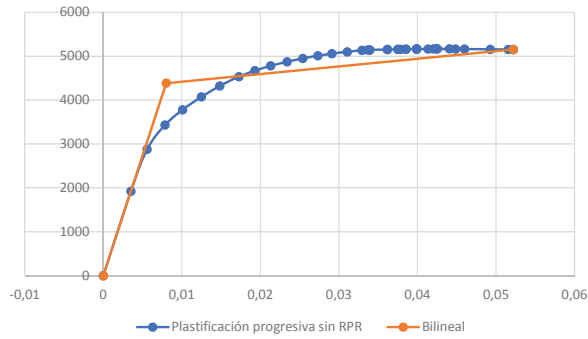
Nivel 4



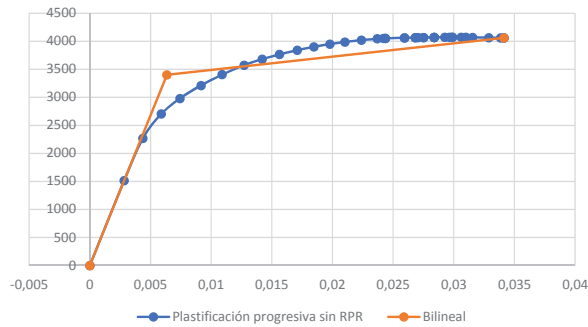
Nivel 8



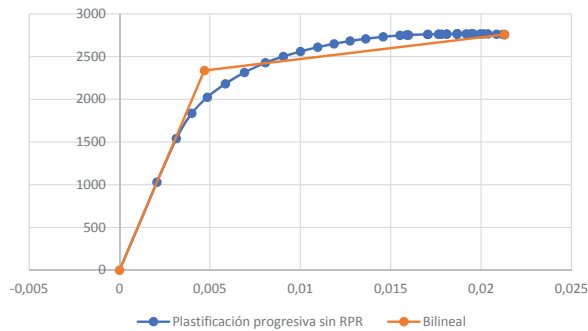
Nivel 9



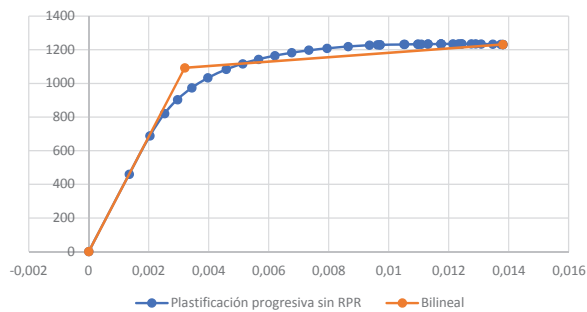
Nivel 10

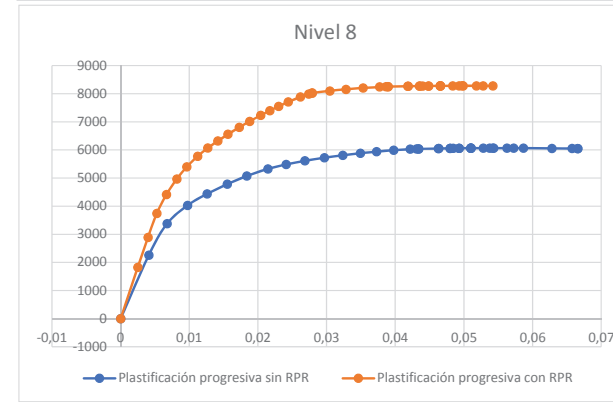
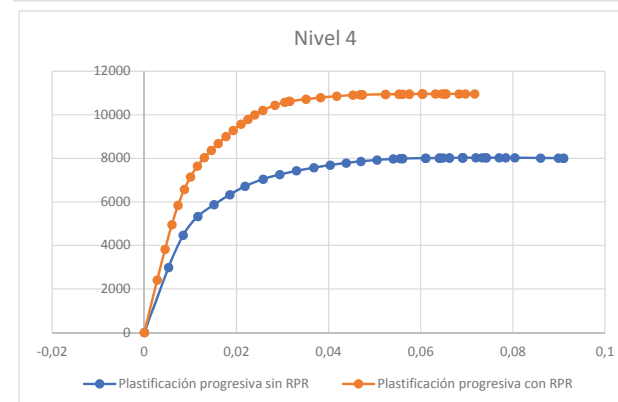
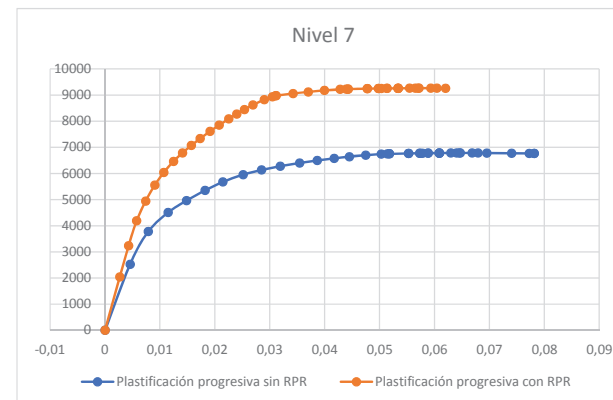
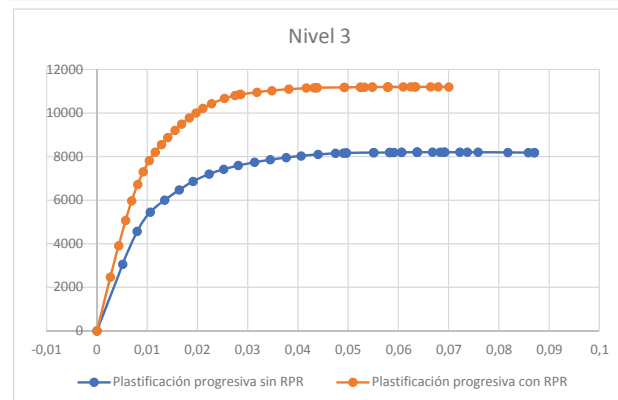
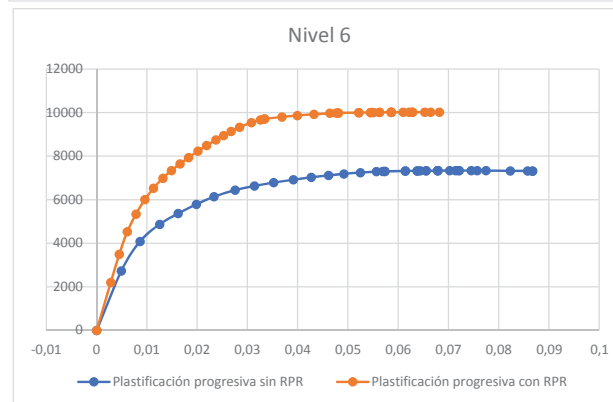
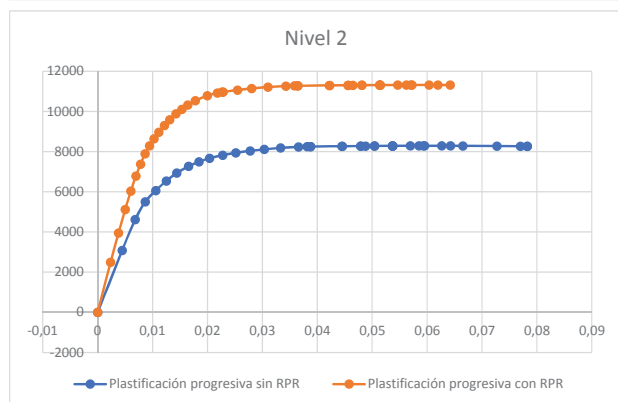
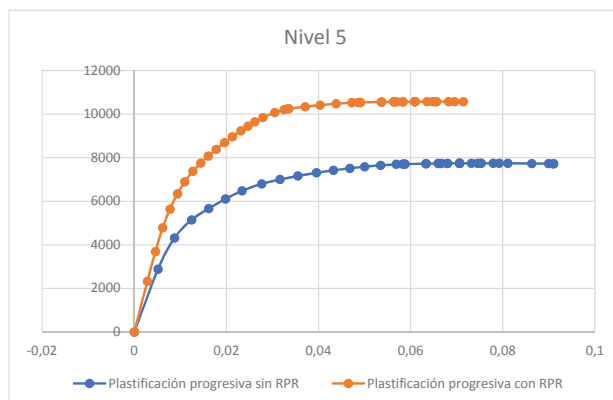
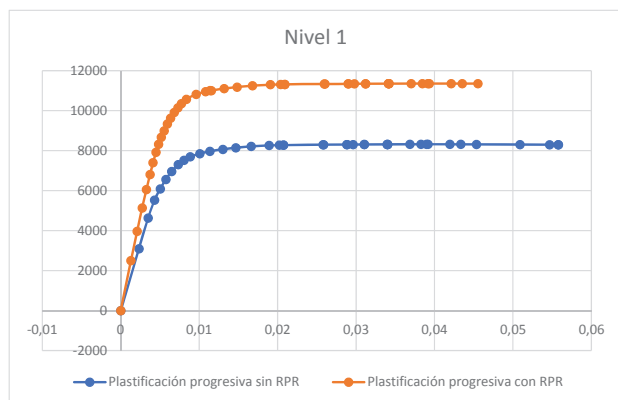


Nivel 11

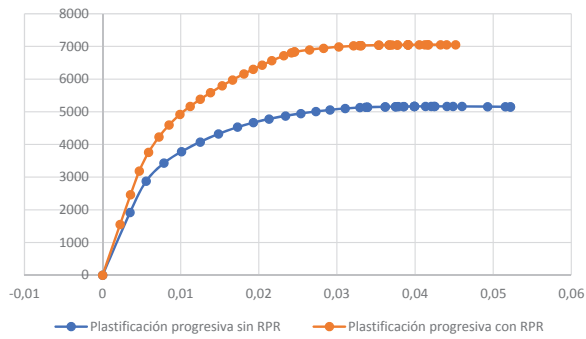


Nivel 12

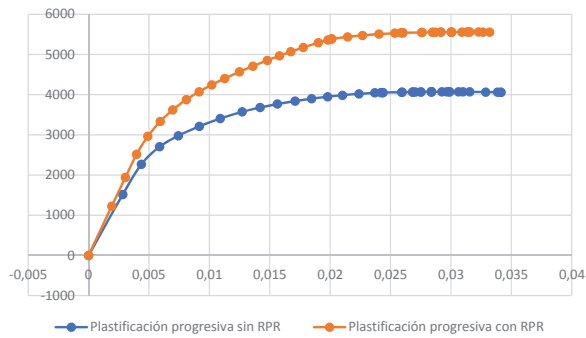




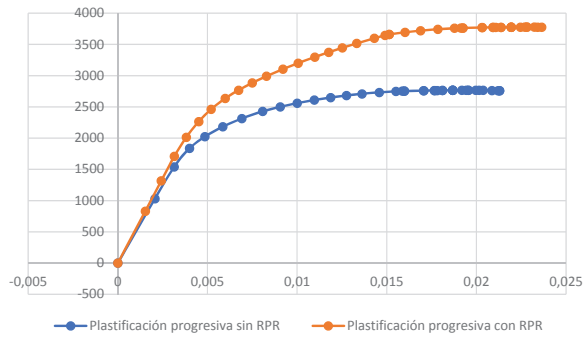
Nivel 9



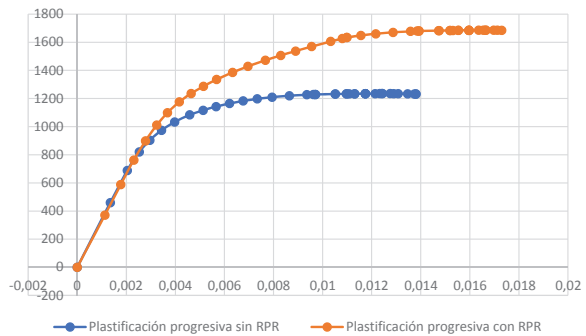
P10




P11



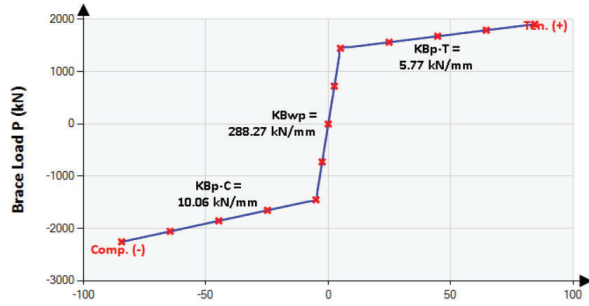
Nivel 12



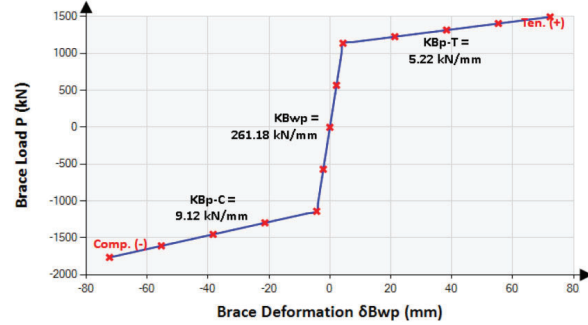
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta											 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 3.3		Aplicación metodología de Oviedo para definición de disipadores en Y									2020	

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Δ_{FC} [m]	0,0023	0,0045	0,0051	0,0053	0,0052	0,0049	0,0046	0,0041	0,0035	0,0028	0,0021	0,0013
Q_{FC} [kN]	3095,2	3084,8	3052,0	2987,4	2882,7	2730,7	2524,2	2256,9	1922,6	1515,4	1029,5	459,6
K_{FC} [kN/m]	1338644	689990	594697	568048	559017	555396	553242	550927	546662	535615	498166	341582
Δ_{FY} [m]	0,0060	0,0112	0,0123	0,0123	0,0118	0,0111	0,0103	0,0093	0,0080	0,0064	0,0047	0,0032
Q_{FY} [kN]	8030,9	7697,9	7339,8	6988,0	6582,6	6140,1	5674,2	5119,3	4386,7	3401,9	2338,0	1092,8
K_{eq} [kN/m]	1338644	689990	594697	568048	559017	555396	553242	550927	546662	535615	498166	341582
α (Q_{FC}/Q_{FY})	0,385	0,401	0,416	0,427	0,438	0,445	0,445	0,441	0,438	0,445	0,440	0,421
		ν	0,3	β'	0,54	β	0,35					
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
Δ_{OY} [mm]	1,7998	3,3470	3,7026	3,6906	3,5326	3,3166	3,0769	2,7877	2,4074	1,9054	1,4080	0,9598
Q_{OY} [kN]	4324,3	4145,0	3952,2	3762,8	3544,5	3306,2	3055,3	2756,6	2362,1	1831,8	1258,9	588,5
K_D [kN/m]	2402694,6	1238443,9	1067404,2	1019573,9	1003364,6	996864,6	992997,7	988843,5	981187,6	961359,6	894144,2	613095,3
Riostras												
H	3,00	B	3,00	Lb	4,24	θ	0,79	n	4			
Lbp												
L_{bp} [m]	2,800	2,800	2,800	2,800	2,400	2,400	2,400	2,400	1,300	1,300	1,300	1,300
A_{bp} [mm ²]	4200,0	4200,0	4200,0	4200,0	3300,0	3300,0	3300,0	3300,0	1800,0	1800,0	1800,0	1800,0
K_{bpi} [kN/m]	300000	300000	300000	300000	275000	275000	275000	275000	276923,0769	276923,0769	276923,077	276923,077
T_Y [kN]	1447,9	1447,9	1447,9	1447,9	1137,6	1137,6	1137,6	1137,6	620,5	620,5	620,5	620,5
Δ_{bp} [mm]	4,8263306	4,8263306	4,8263306	4,8263306	4,1368548	4,1368548	4,1368548	4,1368548	2,24079635	2,24079635	2,24079635	2,24079635
Ratio	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
K_{bpf} [kN/m]	6000	6000	6000	6000	5500	5500	5500	5500	5538,461538	5538,461538	5538,46154	5538,46154
T_{max}	1911,226918	1911,226918	1911,226918	1911,226918	1501,678292	1501,678292	1501,678292	1501,678292	819,0972504	819,0972504	819,09725	819,09725
Δ_{bp} [mm]	82,0476202	82,0476202	82,0476202	82,0476202	70,3265316	70,3265316	70,3265316	70,3265316	38,09353795	38,09353795	38,093538	38,093538
$Q_{OY\ OBI}$ [kN]	4095,277315	4095,277315	4095,277315	4095,277315	3217,71789	3217,71789	3217,71789	3217,71789	1755,118849	1755,118849	1755,11885	1755,11885
Lb												
L_b [m]	0,721	0,721	0,721	0,721	0,921	0,921	0,921	0,921	1,471	1,471	1,471	1,471
A_b [mm ²]	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0
K_{bi} [kN/m]	10536234,1	10536234,1	10536234,1	10536234,1	8249030,919	8249030,919	8249030,919	8249030,919	5165428,476	5165428,476	5165428,48	5165428,48
T_Y [kN]	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Δ_b [mm]	1,243332302	1,243332302	1,243332302	1,243332302	1,588070202	1,588070202	1,588070202	1,588070202	2,536099427	2,536099427	2,53609943	2,53609943
$\Delta_{b\ en\ Tybp}$ [mm]	0,137420939	0,137420939	0,137420939	0,137420939	0,13791136	0,13791136	0,13791136	0,13791136	0,120131026	0,120131026	0,12013103	0,12013103
	0,498956523	0,927886182	1,026488282	1,023143003	1,132148001	1,062943635	0,98609978	0,89341648	1,372213879	1,086085902	0,80255615	0,54709313
Lbeq												
K_{beqi} [kN/m]	283836,5467	283836,5467	283836,5467	283836,5467	257810,6071	257810,6071	257810,6071	257810,6071	250106,2529	250106,2529	250106,253	250106,253
Δ_{bei} [mm]	5,101172477	5,101172477	5,101172477	5,101172477	4,412677519	4,412677519	4,412677519	4,412677519	2,481058401	2,481058401	2,4810584	2,4810584
K_{beqf} [kN/m]	5993,174213	5993,174213	5993,174213	5993,174213	5492,675572	5492,675572	5492,675572	5492,675572	5526,610085	5526,610085	5526,61009	5526,61009
Δ_{bef} [mm]	82,41041148	82,41041148	82,41041148	82,41041148	70,69061759	70,69061759	70,69061759	70,69061759	38,41068386	38,41068386	38,4106839	38,4106839
MENOR	MENOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR
K_{si} [kN/m]	1135346,19	1135346,19	1135346,19	1135346,19	1031242,43	1031242,43	1031242,43	1031242,43	1000425,01	1000425,01	1000425,01	1000425,01
K_{sf} [kN/m]	23972,7	23972,7	23972,7	23972,7	21970,7	21970,7	21970,7	21970,7	22106,4	22106,4	22106,4	22106,4
Δ [mm]	3,6071	3,6071	3,6071	3,6071	3,1202	3,1202	3,1202	3,1202	1,7544	1,7544	1,7544	1,7544

NIVELES 1 A 4



NIVELES 5 A 8



BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	12Py1-4	Le1:	198 mm
H:	3'000 mm	Le2:	198 mm
L:	3'000 mm	Lp:	2'808 mm
E:	200'000 MPa	λ_p :	0.78
Lb:	3'600 mm ✓	α_1 :	9.05
ϵ_p :	0.0200	α_2 :	9.05
λ_1 :	.055	Py:	1'449 kN
λ_2 :	.055	θ :	45 °
Ae1:	38'000 mm ²	δB_{ep} :	56.31 mm
Ae2:	38'000 mm ²	ΔB_{ep} :	79.64 mm
Ap:	4200 mm ²	Lwp:	4'243 mm
Fysc:	345 MPa	Lc:	321 mm ✓
α_c :	35.00	λ_c :	0.09

Theoretical Total Elastic Stiffness				
KB:	290.10 kN/mm	KBwp:	288.27 kN/mm	KBwp/KB: 0.99
KF:	1.46			

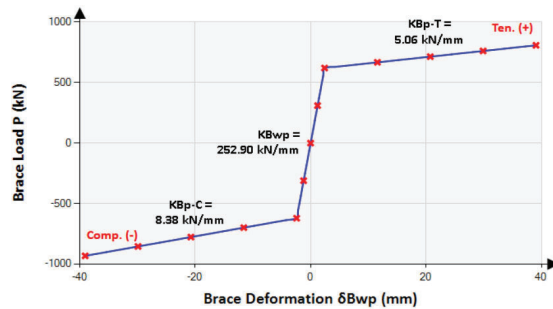
Post-elastic Stiffness					
KBp-T:	5.77	kN/mm	KBp-C:	10.06	kN/mm

BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	12Py5-8	Le1:	299 mm
H:	3'000 mm	Le2:	299 mm
L:	3'000 mm	Lp:	2'405 mm
E:	200'000 MPa	λ_p :	0.67
Lb:	3'600 mm ✓	α_1 :	11.52
ϵ_p :	0.0200	α_2 :	11.52
λ_1 :	.083	Py:	1'139 kN
λ_2 :	.083	θ :	45 °
Ae1:	38'000 mm ²	δB_{ep} :	48.28 mm
Ae2:	38'000 mm ²	ΔB_{ep} :	68.27 mm
Ap:	3300 mm ²	Lwp:	4'243 mm
Fysc:	345 MPa	Lc:	321 mm ✓
α_c :	35.00	λ_c :	0.09

Theoretical Total Elastic Stiffness				
KB:	263.10 kN/mm	KBwp:	261.18 kN/mm	KBwp/KB: 0.99
KF:	1.68			

Post-elastic Stiffness					
KBp-T:	5.22	kN/mm	KBp-C:	9.12	kN/mm

NIVELES 9 A 12



BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	12Py9-12	Le1:	576 mm
H:	3'000 mm	Le2:	576 mm
L:	3'000 mm	Lp:	1'296 mm
E:	200'000 MPa	λ_p :	0.36
Lb:	3'600 mm ✓	α_1 :	21.11
ϵ_p :	0.0200	α_2 :	21.11
λ_1 :	.16	Py:	621 kN
λ_2 :	.16	θ :	45 °
Ae1:	38'000 mm ²	δB_{ep} :	26.11 mm
Ae2:	38'000 mm ²	ΔB_{ep} :	36.92 mm
Ap:	1800 mm ²	Lwp:	4'243 mm
Fysc:	345 MPa	Lc:	321 mm ✓
α_c :	35.00	λ_c :	0.09

Theoretical Total Elastic Stiffness				
KB:	256.20 kN/mm	KBwp:	252.90 kN/mm	KBwp/KB: 0.99
KF:	2.98			


Post-elastic Stiffness					
KBp-T:	5.06	kN/mm	KBp-C:	8.38	kN/mm

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta

Cálculo de derivas - Matriz de masa

ANEXO 3.5

[illegible]

ANEXO 3.6															<div>  <div> GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA </div> </div>																							
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con artefacto mínimo restringido al punto del coeficiente de dispersión de energía E en zona de amenaza sísmica alta															2003																							
Cálculo de derivas - Matriz R (max X (Sismo de diseño))																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
U1200	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R3196	0	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1201	0	0	1.801	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1202	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1203	0	0	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1204	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1205	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1206	0	0	0	0	0	0	0	0.125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1207	0	0	0	0	0	0	0	0	0.022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R3198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1199	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U1195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U1195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U1195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	
U1195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013	0	0	0	0	0	0	0	
U1192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013	0	0	0	0	0	0	0
U1192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0	0	0	0	0	
U1192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005	0	0	0	0	
U1192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005	0	0	0	0
U1191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0
U1191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005	0	0	0	0
U1191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005	0	0	0	0
R3191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0

ANEQ 3.8		Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arcos en miento restringido al punto del coeficiente de disipación de energía P en zona de amenaza sísmica Iba																										
		Cálculo de sismos - Desplazamientos en X por modo (Sismo de diseño)																										
																												
		2023																										


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
U1202	-3.67E-10	-1.42E-01	-7.3E-03	-5.85E-11	-1.00E-02	-4.38E-04	1.76E-12	-2.58E-03	3.18E-05	1.95E-12	-3.84E-04	-6.00E-04	-6.01E-06	-2.00E-07	-3.72E-04	-2.83E-07	-2.78E-05	-3.00E-06	-2.21E-05	-3.77E-06	-2.41E-05	-3.11E-06	-3.58E-07	-2.60E-04	-4.79E-07	-1.55E-04	-4.30E-07	-1.01E-04	-1.13E-05	-3.91E-05	-8.21E-05	-3.39E-04	-3.01E-04	-3.77E-07		
U1203	-1.81E-10	-1.27E-06	-2.54E-03	-1.63E-12	-1.48E-07	-3.84E-04	5.65E-13	-1.72E-08	3.06E-05	5.99E-13	-5.77E-09	-1.01E-08	-1.00E-08	7.50E-08	-3.64E-08	-2.27E-08	9.51E-06	-3.91E-06	-3.86E-07	-6.54E-08	2.15E-07	2.97E-07	8.01E-06	1.04E-09	1.19E-07	2.23E-09	-4.35E-07	-1.48E-08	1.73E-07	-2.51E-08	1.78E-06	2.97E-10	-3.88E-10	2.80E-04	4.49E-10	1.07E-07
U1204	-5.03E-10	-1.38E-01	-7.37E-03	-5.43E-12	-8.67E-03	1.34E-04	1.14E-12	-1.20E-03	5.33E-05	-1.80E-12	-1.03E-04	-2.73E-04	-4.99E-08	-3.75E-04	-3.38E-04	6.22E-06	-7.44E-06	3.86E-07	-2.88E-04	2.79E-04	2.67E-04	1.11E-05	1.07E-09	2.10E-07	-2.84E-05	-4.35E-07	1.48E-04	2.00E-06	1.54E-04	2.08E-04	2.97E-10	-6.64E-05	6.60E-06	-2.78E-06	-4.27E-06	
U1205	-1.08E-10	-1.27E-06	-2.64E-03	-1.63E-12	-1.48E-07	-3.84E-04	5.65E-13	-1.72E-08	3.06E-05	5.99E-13	-5.77E-09	-1.01E-08	-1.00E-08	7.50E-08	-3.64E-08	-2.27E-08	9.51E-06	-3.91E-06	-3.86E-07	-6.54E-08	2.15E-07	2.97E-07	8.01E-06	1.04E-09	1.19E-07	2.23E-09	-4.35E-07	-1.48E-08	1.73E-07	-2.51E-08	1.78E-06	2.97E-10	-3.88E-10	2.80E-04	4.49E-10	1.07E-07
U1206	-4.53E-10	-1.31E-01	-6.99E-03	9.70E-12	-5.70E-03	2.52E-04	2.17E-13	-1.39E-06	-1.94E-06	4.65E-12	-3.57E-04	1.90E-04	4.93E-03	-2.57E-07	6.95E-05	-7.73E-05	-1.76E-05	1.01E-05	-1.04E-06	-2.27E-04	2.56E-04	1.73E-04	-8.44E-06	-7.50E-10	4.60E-08	-3.70E-06	-4.55E-07	7.08E-05	1.68E-06	-6.41E-05	-5.03E-10	-9.11E-05	-2.31E-06	-7.59E-05	-3.81E-06	
U1207	-7.75E-06	-4.38E-08	4.41E-06	3.76E-07	4.38E-08	-7.77E-08	2.04E-09	3.77E-10	-1.64E-09	4.39E-08	-1.55E-09	9.37E-07	2.19E-09	5.79E-06	2.27E-06	1.27E-06	-1.25E-06	-5.81E-07	2.39E-05	1.98E-07	8.95E-08	-3.33E-06	-3.45E-05	8.00E-07	8.40E-06	-1.18E-09	1.98E-06	3.11E-08	1.90E-06	-8.01E-09	1.81E-07	-2.82E-07	-4.65E-09	1.74E-06	4.67E-09	2.31E-09
U1208	-1.08E-10	-1.27E-06	-2.64E-03	-1.63E-12	-1.48E-07	-3.84E-04	5.65E-13	-1.72E-08	3.06E-05	5.99E-13	-5.77E-09	-1.01E-08	-1.00E-08	7.50E-08	-3.64E-08	-2.27E-08	9.51E-06	-3.91E-06	-3.86E-07	-6.54E-08	2.15E-07	2.97E-07	8.01E-06	1.04E-09	1.19E-07	2.23E-09	-4.35E-07	-1.48E-08	1.73E-07	-2.51E-08	1.78E-06	2.97E-10	-3.88E-10	2.80E-04	4.49E-10	1.07E-07
U1209	-4.01E-10	-1.23E-01	-6.50E-03	1.27E-11	1.59E-08	7.83E-05	-7.03E-13	1.18E-09	-5.96E-05	4.38E-04	-3.88E-04	-4.93E-04	3.81E-04	-7.21E-07	2.38E-05	-7.00E-05	8.52E-05	-5.94E-05	1.10E-04	-7.08E-05	-2.48E-09	2.85E-07	-1.54E-04	4.35E-07	-1.89E-04	-3.18E-06	-3.90E-07	-1.89E-04	-3.18E-06	-3.90E-07	-1.89E-04	-3.18E-06	-3.90E-07	5.16E-06		
U1210	-7.20E-06	-6.19E-08	5.00E-06	1.07E-07	1.55E-08	-1.20E-07	2.70E-08	2.04E-09	-7.85E-08	6.50E-08	-1.10E-09	4.31E-06	3.72E-09	-6.58E-06	1.30E-06	5.14E-07	1.40E-07	1.32E-07	4.05E-08	8.62E-08	-3.70E-06	-4.34E-07	-5.11E-06	-7.03E-10	1.31E-05	3.20E-07	-1.59E-05	-1.31E-05	3.20E-07	-1.59E-05	3.20E-07	1.24E-07	1.41E-09	1.38E-07	2.91E-10	5.63E-08
U1211	-1.35E-10	-1.22E-06	-2.10E-06	4.09E-12	3.10E-08	2.53E-05	-2.14E-13	8.40E-09	-1.84E-05	1.33E-12	-4.60E-09	1.80E-08	5.42E-10	-9.11E-08	1.69E-08	6.08E-08	-9.01E-06	8.78E-06	5.85E-07	7.71E-08	-2.31E-07	2.98E-07	6.59E-06	-8.07E-10	9.32E-08	-1.41E-09	1.38E-07	1.50E-09	-2.90E-07	-3.86E-09	2.02E-06	-2.20E-10	5.43E-10	2.72E-06	5.38E-10	
U1212	-1.35E-10	-1.22E-06	-2.10E-06	4.09E-12	3.10E-08	2.53E-05	-2.14E-13	8.40E-09	-1.84E-05	1.33E-12	-4.60E-09	1.80E-08	5.42E-10	-9.11E-08	1.69E-08	6.08E-08	-9.01E-06	8.78E-06	5.85E-07	7.71E-08	-2.31E-07	2.98E-07	6.59E-06	-8.07E-10	9.32E-08	-1.41E-09	1.38E-07	1.50E-09	-2.90E-07	-3.86E-09	2.02E-06	-2.20E-10	5.43E-10	2.72E-06	5.38E-10	
U1213	-6.54E-06	-7.90E-08	5.35E-06	1.76E-07	-1.56E-08	-1.34E-07	3.86E-08	3.71E-09	-1.17E-07	3.43E-08	5.00E-10	5.81E-06	-1.98E-06	-1.26E-05	4.11E-06	2.85E-06	1.43E-06	7.52E-07	-2.03E-07	-1.01E-07	2.63E-05	1.19E-05	-4.82E-07	4.74E-06	5.23E-10	5.01E-06	9.20E-06	-1.19E-07	3.06E-07	4.32E-09	-1.79E-06	-4.40E-09	1.57E-08			
U1214	-1.17E-10	-1.17E-06	-1.97E-03	-3.31E-12	-8.81E-09	-3.71E-05	3.95E-13	1.16E-08	-2.80E-05	8.00E-14	-2.01E-09	1.21E-08	2.66E-08	-2.74E-08	9.37E-09	1.95E-08	-4.99E-06	5.15E-06	3.57E-07	6.17E-08	-1.97E-07	2.50E-07	-5.23E-06	-6.52E-10	4.57E-08	4.68E-10	3.07E-07	7.83E-09	-7.79E-07	7.83E-09	-8.11E-09	2.18E-06	1.38E-11	1.02E-09	-1.03E-08	9.56E-10
U1215	-2.95E-10	-1.00E-01	-5.21E-03	-1.48E-11	-5.80E-03	-2.71E-04	1.22E-12	-7.21E-03	-7.60E-05	4.33E-12	-1.64E-04	-2.10E-05	8.33E-03	-2.82E-07	2.00E-04	1.03E-04	8.31E-06	-7.80E-06	4.87E-07	-2.96E-04	2.24E-04	2.30E-06	-2.38E-11	-2.54E-08	2.34E-04	6.98E-07	1.42E-04	1.63E-06	1.22E-04	1.13E-05	5.63E-10	-4.18E-07	5.07E-04	2.00E-05	-2.24E-06	
U1216	-9.92E-11	1.09E-06	-1.74E-03	5.98E-12	-4.23E-08	-9.61E-05	4.09E-13	4.41E-09	-2.56E-05	4.09E-13	1.41E-09	-1.83E-08	4.75E-08	5.89E-08	-2.61E-09	2.97E-06	-2.61E-06	1.61E-07	3.51E-09	-3.61E-08	3.38E-08	8.21E-07	-1.35E-11	8.33E-09	1.31E-09	2.71E-07	7.51E-09	-5.11E-07	-3.98E-09	1.76E-06	2.18E-10	-1.19E-10	1.60E-06	-2.54E-10	-4.44E-07	
U1217	-2.40E-10	-8.62E-02	-4.48E-03	1.41E-11	-8.40E-03	-3.92E-04	8.07E-13	8.08E-04	-3.71E-05	5.59E-12	5.61E-04	-4.95E-04	3.01E-04	3.23E-07	-1.37E-04	1.73E-04	2.61E-05	-2.31E-05	1.64E-06	-7.37E-05	6.46E-05	4.67E-06	1.82E-05	1.90E-09	2.10E-07	7.30E-05	-2.50E-07	1.31E-04	6.82E-07	1.62E-04	2.41E-06	3.89E-10	-1.03E-04	3.17E-06	-7.03E-05	-6.40E-06
U1218	-1.19E-11	9.13E-07	-1.49E-03	-1.11E-06	2.62E-13	3.70E-09	-1.24E-05	1.29E-10	-1.24E-05	1.29E-10	4.83E-09	-1.32E-08	4.83E-09	1.13E-07	-4.09E-09	2.62E-08	8.20E-06	-4.91E-06	5.52E-07	-5.11E-04	1.26E-07	1.70E-07	6.07E-06	6.34E-07	2.72E-08	2.73E-10	7.82E-08	1.69E-09	2.43E-07	7.94E-09	8.00E-07	1.27E-10	-1.82E-09	1.27E-04	1.31E-09	-2.14E-06
U1219	-1.97E-10	-7.12E-02	-3.67E-03	1.29E-11	-9.97E-03	-4.31E-04	5.78E-14	-3.61E-04	1.37E-05	4.68E-12	5.16E-04	-4.29E-04	1.73E-04	2.57E-07	-3.69E-04	3.08E-04	2.32E-05	-2.71E-05	1.51E-06	-2.48E-04	2.52E-04	2.55E-06	1.82E-05	2.88E-09	2.55E-07	-1.97E-04	4.87E-07	4.00E-05	2.00E-06	-8.35E-05	9.24E-06	-4.34E-10	-2.81E-06	-3.82E-05	3.38E-07	
U1220	-4.04E-06	-8.01E-08	4.80E-06	6.85E-07	-7.95E-08	3.38E-09	1.00E-08	3.61E-10	3.31E-08	3.30E-08	1.88E-08	1.10E-05	-2.95E-06	7.53E-07	-1.31E-06	7.85E-07	2.82E-05	9.95E-08	5.72E-08	3.00E-06	-1.31E-05	6.00E-07	7.29E-06	-4.00E-10	5.51E-06	7.60E-08	-7.18E-06	-9.41E-08	3.62E-08	-4.90E-08	-1.18E-09	8.38E-07	2.47E-09	2.79E-08		
U1221	-1.48E-10	-5.53E-02	-2.83E-03	-1.13E-11	-9.00E-03	-4.97E-04	2.71E-13	-1.46E-03	6.72E-05	2.31E-13	6.88E-05	-7.81E-05	8.84E-05	1.50E-08	-1.35E-04	1.07E-04	2.72E-06	-2.71E-06	1.85E-07	-1.63E-04	1.77E-04	1.38E-04	2.68E-06	3.96E-10	5.13E-06	-2.22E-04	-4.55E-07	-1.86E-04	9.23E-07	-2.07E-04	4.55E-06	-7.54E-10	9.78E-06	5.78E-05	7.79E-06	
U1214	-3.10E-06	-7.06E-08	4.04E-06	6.66E-07	-7.44E-08	4.46E-08	3.23E-08	-3.02E-09	9.40E-08	2.12E-09	1.22E-09	1.39E-07	3.62E-09	4.09E-06	-2.10E-06	8.46E-07	-7.58E-07	-1.42E-05	1.51E-07	9.75E-08	2.18E-05	-1.01E-05	-7.56E-06	-1.23E-09	1.41E-05	2.78E-07	-2.10E-05	-2.07E-07	4.22E-07	4.20E-09	-1.47E-06	-4.27E-09	2.79E-08			
U1215	-4.83E-11	7.10E-07	-9.65E-04	5.34E-12	-7.17E-08	-1.46E-04	1.70E-13	-8.03E-09	2.24E-05	8.90E-14	1.01E-09	6.05E-06	1.26E-08	4.98E-09	-8.29E-07	9.08E-07	-9.24E-07	6.34E-08	-7.93E-09	1.17E-08	5.62E-09	9.26E-07	1.18E-10	1.70E-08	-1.46E-09	1.39E-07	1.53E-09	2.93E-07	1.06E-08	3.12E-06	-3.51E-10	9.36E-10	2.52E-06	1.08E-09	2.64E-08	
U1216	-2.17E-06	-5.51E-08	3.89E-06	5.51E-07	-6.21E-08	5.35E-08	4.14E-08	-4.34E-09	1.12E-07	4.93E-08	-1.25E-09	4.24E-06	-2.15E-06	-7.87E-06	1.61E-06	1.53E-06	7.21E-07	4.22E-07	1.18E-05	-6.76E-08	-3.97E-08	5.50E-06	-5.04E-06	-1.51E-07	1.31E-06	1.39E-10	4.31E-06	4.85E-06	-6.34E-08	-4.74E-07	1.70E-07	2.39E-09	-1.00E-06	-2.48E-09	1.39E-07	
U1217	-3.26E-11	-5.31E-07	-6.70E-04	4.33E-12	-5.81E-08																															

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con aislamiento restringido al punto del coeficiente de disipación de energía E en zona de amenaza sísmica alta																																					2020
Cálculo de deriva - Deriva en X por modo (Sismo de diseño)																																					
ANEXO 1.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
U200	-4.41E-11	-4.46E-07	-2.67E-04	-4.94E-12	-1.90E-01	-9.42E-05	-5.84E-13	-4.41E-04	-3.96E-06	-1.77E-12	-7.11E-04	-1.27E-04	-1.80E-04	-6.68E-07	-0.00E+00	-4.93E-06	-2.38E-07	-2.98E-05	-1.38E-06	-2.46E-04	-3.12E-04	-9.02E-05	-1.80E-05	-1.46E-07	-1.42E-07	-2.93E-04	-4.21E-07	-4.74E-05	-5.33E-06	-5.11E-06	-1.34E-05	-2.94E-07	-1.33E-04	-1.74E-04	-1.08E-04	-6.37E-06	
R3100	-1.46E-11	-4.77E-10	-4.77E-05	-4.29E-12	-3.01E-08	-3.15E-05	-1.65E-13	-4.07E-09	-1.29E-05	-1.19E-12	-4.71E-09	-3.07E-08	-1.36E-08	-9.02E-08	-2.84E-04	-2.11E-07	-2.84E-04	-2.38E-05	-6.81E-06	-4.59E-07	-4.07E-08	-1.51E-07	-4.31E-06	-4.71E-05	-4.79E-08	-2.71E-09	-1.13E-08	-5.09E-07	-3.96E-08	-4.47E-06	-2.03E-10	-1.23E-09	-5.77E-07	-1.15E-09	-2.20E-06		
U120	-4.99E-11	-4.46E-05	-3.78E-04	-4.27E-12	-2.97E-03	-1.42E-04	-3.21E-13	-1.19E-03	-5.52E-05	-2.84E-12	-5.20E-04	-4.44E-04	-3.74E-04	-2.11E-07	-2.84E-04	-2.38E-05	-6.81E-06	-4.59E-07	-4.07E-08	-1.51E-07	-4.31E-06	-4.71E-05	-4.79E-08	-2.71E-09	-1.13E-08	-5.09E-07	-3.96E-08	-4.47E-06	-2.03E-10	-1.23E-09	-5.77E-07	-1.15E-09	-2.20E-06				
U100	-4.99E-11	-4.46E-05	-3.78E-04	-4.27E-12	-2.97E-03	-1.42E-04	-3.21E-13	-1.19E-03	-5.52E-05	-2.84E-12	-5.20E-04	-4.44E-04	-3.74E-04	-2.11E-07	-2.84E-04	-2.38E-05	-6.81E-06	-4.59E-07	-4.07E-08	-1.51E-07	-4.31E-06	-4.71E-05	-4.79E-08	-2.71E-09	-1.13E-08	-5.09E-07	-3.96E-08	-4.47E-06	-2.03E-10	-1.23E-09	-5.77E-07	-1.15E-09	-2.20E-06				
R320	-1.67E-11	-1.58E-08	-1.27E-04	-2.08E-12	-3.97E-08	-4.79E-05	-2.93E-13	-9.88E-09	-1.84E-05	-8.02E-13	-4.46E-09	-7.94E-09	-3.89E-09	-7.05E-09	-1.70E-08	-1.83E-08	-7.96E-06	-7.85E-06	-3.26E-07	-2.32E-07	-6.93E-06	-8.08E-07	-3.14E-06	-1.60E-09	-1.14E-07	-3.35E-10	-1.22E-07	-5.91E-09	-2.89E-06	-2.87E-10	-4.90E-11	-2.89E-06	-3.78E-11	-1.89E-06			
U1200	-2.46E-11	-8.45E-03	-4.51E-04	-3.03E-12	-3.72E-03	-1.76E-04	-3.18E-13	-1.16E-03	-5.29E-05	-5.14E-13	-2.11E-04	-3.93E-04	-3.31E-04	-1.61E-08	-3.93E-04	-3.31E-04	-9.39E-06	-1.01E-05	-7.15E-07	-3.12E-04	-3.09E-04	-2.82E-04	-1.22E-05	-1.79E-07	-8.70E-05	-4.87E-07	-1.24E-04	-2.24E-05	-1.34E-04	-4.59E-06	-1.60E-10	-1.29E-04	-5.84E-06	-4.29E-05	-8.31E-06		
U2000	-5.90E-07	-1.83E-08	-5.54E-07	-3.72E-07	-2.81E-08	-5.46E-08	-2.41E-09	-7.69E-08	-2.11E-08	-5.31E-10	-3.38E-06	-3.38E-06	-1.63E-06	-1.24E-05	-3.38E-06	-1.63E-06	-1.39E-06	-7.31E-07	-3.89E-05	-7.22E-08	-3.19E-08	-1.54E-06	-1.00E-05	-3.66E-07	-3.36E-06	-4.81E-10	-1.11E-05	-2.88E-07	-1.74E-05	-3.03E-07	-4.58E-07	-6.06E-09	-1.61E-06	-4.37E-09	-5.86E-08		
U1000	-5.90E-07	-1.83E-08	-5.54E-07	-3.72E-07	-2.81E-08	-5.46E-08	-2.41E-09	-7.69E-08	-2.11E-08	-5.31E-10	-3.38E-06	-3.38E-06	-1.63E-06	-1.24E-05	-3.38E-06	-1.63E-06	-1.39E-06	-7.31E-07	-3.89E-05	-7.22E-08	-3.19E-08	-1.54E-06	-1.00E-05	-3.66E-07	-3.36E-06	-4.81E-10	-1.11E-05	-2.88E-07	-1.74E-05	-3.03E-07	-4.58E-07	-6.06E-09	-1.61E-06	-4.37E-09	-5.86E-08		
U150	-5.35E-11	-1.04E-02	-5.98E-04	-1.75E-12	-3.07E-03	-1.84E-04	-5.69E-13	-6.63E-04	-2.06E-05	-3.88E-12	-2.30E-04	-9.84E-05	-6.63E-06	-1.93E-07	-1.35E-04	-1.11E-04	-1.21E-05	-1.09E-05	-4.98E-07	-2.40E-04	-2.65E-04	-1.86E-04	-5.25E-06	-4.04E-10	-3.60E-06	-2.77E-04	-5.12E-07	-1.34E-04	-1.78E-06	-1.94E-04	-1.26E-07	-6.79E-05	-5.08E-06	-4.21E-05	-6.14E-07		
U1500	-6.65E-07	-1.31E-08	-3.47E-07	-2.82E-07	-3.11E-08	-4.08E-09	-1.69E-09	-3.81E-08	-3.15E-08	-6.02E-10	-1.54E-06	-1.61E-08	-6.05E-06	-2.85E-06	-2.85E-06	-2.85E-06	-1.29E-05	-6.30E-05	-2.27E-05	-2.89E-07	-1.67E-07	-3.61E-05	-1.56E-05	-9.17E-07	-8.82E-06	-1.23E-09	-1.01E-05	-2.20E-07	-1.01E-05	-1.93E-07	-7.86E-08	-1.97E-07	-1.83E-06	-4.69E-09	-4.05E-08		
R3100	-1.79E-11	-5.33E-08	-1.97E-04	-4.23E-12	-4.04E-08	-6.12E-05	-1.81E-13	-3.22E-09	-9.66E-06	-1.02E-12	-2.59E-09	-6.34E-09	-2.72E-08	-6.37E-08	-2.65E-08	-7.31E-09	-4.02E-06	-3.83E-06	-3.27E-07	-1.54E-08	-3.86E-08	-4.79E-08	-1.70E-06	-1.13E-10	-7.93E-09	-1.88E-09	-1.71E-07	-3.86E-09	-5.70E-07	-4.73E-09	-4.21E-06	-2.34E-10	-1.65E-06	-4.18E-10	-2.10E-07		
U1500	-7.58E-07	-7.27E-09	-1.09E-07	-2.47E-07	-2.82E-08	-2.61E-08	-4.50E-09	-6.88E-10	-1.39E-08	-5.75E-08	-1.20E-11	-2.01E-06	-9.17E-10	-6.36E-05	-6.90E-07	-4.83E-07	-7.71E-07	-1.85E-07	-3.45E-08	-1.49E-07	-9.99E-08	-4.28E-05	-1.70E-06	-3.16E-07	-3.89E-06	-9.43E-10	-1.90E-05	-3.75E-07	-2.86E-05	-3.71E-07	-4.63E-07	-3.50E-07	-5.20E-09	-1.33E-06	-3.47E-09	-5.19E-08	
R3100	-1.76E-11	-1.00E-07	-2.49E-04	-2.14E-13	-2.27E-08	-4.04E-05	-1.44E-13	-5.89E-09	-1.32E-05	-7.11E-13	-2.72E-09	-3.94E-09	-1.69E-09	-5.36E-08	-1.70E-08	-2.86E-06	-5.73E-06	-5.75E-06	-3.93E-07	-5.61E-08	-1.01E-07	-2.06E-07	-5.23E-06	-4.73E-10	-8.11E-08	-1.04E-09	-3.04E-07	-5.83E-09	-7.54E-07	-1.07E-06	-2.86E-06	-9.16E-11	-8.32E-10	-3.23E-08	-5.54E-10		
U1500	-5.10E-11	-1.50E-02	-8.09E-04	-1.29E-12	-1.48E-03	-6.10E-05	-2.49E-13	-1.08E-03	-4.84E-05	-4.93E-12	-4.46E-04	-3.11E-04	-2.84E-04	-2.42E-07	-2.36E-04	-2.03E-04	-2.05E-05	-2.03E-05	-1.32E-06	-1.23E-04	-1.15E-04	-1.55E-04	-1.79E-09	-2.03E-07	-2.54E-05	-1.16E-04	-1.07E-06	-1.34E-04	-1.07E-06	-1.24E-04	-3.84E-07	-3.20E-10	-5.81E-04	-9.60E-05	-6.59E-06		
R3100	-1.76E-11	-1.00E-07	-2.49E-04	-2.14E-13	-2.27E-08	-4.04E-05	-1.44E-13	-5.89E-09	-1.32E-05	-7.11E-13	-2.72E-09	-3.94E-09	-1.69E-09	-5.36E-08	-1.70E-08	-2.86E-06	-5.73E-06	-5.75E-06	-3.93E-07	-5.61E-08	-1.01E-07	-2.06E-07	-5.23E-06	-4.73E-10	-8.11E-08	-1.04E-09	-3.04E-07	-5.83E-09	-7.54E-07	-1.07E-06	-2.86E-06	-9.16E-11	-8.32E-10	-3.23E-08	-5.54E-10		
U1500	-4.97E-11	-1.56E-02	-8.34E-04	-1.78E-12	-6.38E-05	-4.76E-06	-1.89E-13	-1.08E-03	-4.84E-05	-4.93E-12	-4.46E-04	-3.11E-04	-2.84E-04	-2.42E-07	-2.36E-04	-2.03E-04	-2.05E-05	-2.03E-05	-1.32E-06	-1.23E-04	-1.15E-04	-1.55E-04	-1.79E-09	-2.03E-07	-2.54E-05	-1.16E-04	-1.07E-06	-1.34E-04	-1.07E-06	-1.24E-04	-3.84E-07	-3.20E-10	-5.81E-04	-9.60E-05	-6.59E-06		
U1500	-9.38E-07	-9.07E-09	-7.52E-07	-1.93E-08	-1.06E-09	-4.10E-08	-2.21E-08	-3.96E-09	-6.01E-08	-5.09E-08	-6.57E-10	-2.13E-06	-2.24E-08	-6.90E-06	-5.23E-07	-9.23E-08	-5.52E-07	-3.41E-07	-8.90E-06	-5.16E-08	-4.18E-08	-1.80E-06	-2.98E-06	-1.46E-08	-2.10E-07	-3.75E-07	-1.39E-05	-2.05E-07	-3.88E-07	-3.81E-07	-5.86E-09	-2.31E-06	-6.74E-09	-7.18E-11			
U1500	-9.38E-07	-9.07E-09	-7.52E-07	-1.93E-08	-1.06E-09	-4.10E-08	-2.21E-08	-3.96E-09	-6.01E-08	-5.09E-08	-6.57E-10	-2.13E-06	-2.24E-08	-6.90E-06	-5.23E-07	-9.23E-08	-5.52E-07	-3.41E-07	-8.90E-06	-5.16E-08	-4.18E-08	-1.80E-06	-2.98E-06	-1.46E-08	-2.10E-07	-3.75E-07	-1.39E-05	-2.05E-07	-3.88E-07	-3.81E-07	-5.86E-09	-2.31E-06	-6.74E-09	-7.18E-11			
U1500	-9.38E-07	-9.07E-09	-7.52E-07	-1.93E-08	-1.06E-09	-4.10E-08	-2.21E-08	-3.96E-09	-6.01E-08	-5.09E-08	-6.57E-10	-2.13E-06	-2.24E-08	-6.90E-06	-5.23E-07	-9.23E-08	-5.52E-07	-3.41E-07	-8.90E-06	-5.16E-08	-4.18E-08	-1.80E-06	-2.98E-06	-1.46E-08	-2.10E-07	-3.75E-07	-1.39E-05	-2.05E-07	-3.88E-07	-3.81E-07	-5.86E-09	-2.31E-06	-6.74E-09	-7.18E-11			
U1500	-9.38E-07	-9.07E-09	-7.52E-07	-1.93E-08	-1.06E-09	-4.10E-08	-2.21E-08	-3.96E-09	-6.01E-08	-5.09E-08	-6.57E-10	-2.13E-06	-2.24E-08	-6.90E-06	-5.23E-07	-9.23E-08	-5.52E-07	-3.41E-07	-8.90E-06	-5.16E-08	-4.18E-08	-1.80E-06	-2.98E-06	-1.46E-08	-2.10E-07	-3.75E-07	-1.39E-05	-2.05E-07	-3.88E-07	-3.81E-07	-5.86E-09	-2.31E-06	-6.74E-09	-7.18E-11			
U1500	-9.38E-07	-9.07E-09	-7.52E-07	-1.93E-08	-1.06E-09	-4.10E-08	-2.21E-08	-3.96E-09	-6.01E-08	-5.09E-08	-6.57E-10	-2.13E-06	-2.24E-08	-6.90E-06	-5.23E-07	-9.23E-08	-5.52E-07	-3.41E-07	-8.90E-06	-5.16E-08	-4.18E-08	-1.80E-06	-2.98E-06	-1.46E-08	-2.10E-07	-3.75E-07	-1.39E-05	-2.05E-07	-3.88E-07	-3.81E-07	-5.86E-09	-2.31E-06	-6.74E-09	-7.18E-11			
U1500	-9.38E-07	-9.07E-09	-7.52E-07	-1.93E-08	-1.06E-09	-4.10E-08	-2.21E-08	-3.96E-09	-6.01E-08	-5.09E-08	-6.57E-10	-2.13E-06	-2.24E-08	-6.90E-06	-5.23E-07	-9.23E-08	-5.52E-07	-3.41E-07	-8.90E-06	-5.16E-08	-4.18E-08	-1.80E-06	-2.98E-06	-1.46E-08	-2.10E-07	-3.75E-07	-1.39E-05	-2.05E-07	-3.88E-07	-3.81E-07	-5.86E-09	-2.31E-06	-6.74E-09	-7.18E-11			
U1500	-9.38E-07	-9.07E-09	-7.52E-07	-1.93E-08	-1.06E-09	-4.10E-08	-2.21E-08	-3.96E-09	-6.01E-08	-5.09E-08	-6.57E-10	-2.13E-06	-2.24E-08	-6.90E-06	-5.23E-07	-9.23E-08	-5.52E-07	-3.41E-07	-8.90E-06	-5.16E-08	-4.18E-08	-1.80E-06	-2.98E-06	-1.46E-08	-2.10E-07	-3.75E-07	-1.39E-05	-2.05E-07	-3.88E-07	-3.81E-07	-5.86E-09	-2.31E-06	-6.74E-09	-7.18E-11			
U1500	-9.38E-07	-9.07E-09	-7.52E-07	-1.93E-08	-1.06E-09	-4.10E-08	-2.21E-08	-3.96E-09	-6.01E-08	-5.09E-08	-6.57E-10	-2.13E-06	-2.24E-08	-6.90E-06	-5.23E-07	-9.23E-08	-5.52E-07	-3.41E-07	-8.90E-06	-5.16E-08	-4.18E-08	-1.80E-06	-2.98E-06	-1.46E-08	-2.10E-07	-3.75E-07	-1.39E-05	-2.05E-07	-3.88E-07	-3.81E-07	-5.86E-09	-2.31E-06	-6.74E-09	-7.18E-11			
U1500	-9.38E-07	-9.07E-09	-7.52E-07	-1.93E-08	-1.06E-09	-4.10E-08	-2.21E-08	-3.96E-09	-6.01E-08	-5.09E-08	-6.57E-10	-2.13E-06	-2.24E-08	-6.90E-06	-5.23E-07	-9.23E-08	-5.52E-07	-3.41E-07	-8.90E-06	-5.16E-08	-4.18E-08	-1.80E-06	-2.98E-06	-1.46E-08	-2.10E-07	-3.75E-07	-1.39E-05	-2.05E-07	-3.88E-07	-3.81E-07	-5.86E-09	-2.31E-06	-				

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de dissipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta

Cálculo de derivas - Matriz $n \times \max Y$ (Sismo de diseño)

[illegible]

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.5	Cálculo de derivas - Resultados de derivas (Sismo D)	2020

GDL	Δ Sismo_X		Deriva X
U1 202	0,0050146	0,00501484	0,17%
U2 202	4,9204E-05		
R3 202	9,483E-05		
U1 201	0,00727678	0,00727686	0,24%
U2 201	3,5417E-05		
R3 201	0,00013714		
U1 200	0,00936293	0,00936301	0,31%
U2 200	3,8814E-05		
R3 200	0,00017488		
U1 199	0,01117358	0,01117369	0,37%
U2 199	4,8765E-05		
R3 199	0,00020646		
U1 198	0,01286655	0,01286659	0,43%
U2 198	3,1287E-05		
R3 198	0,00023295		
U1 197	0,01419963	0,01419969	0,47%
U2 197	4,0893E-05		
R3 197	0,00025321		
U1 196	0,01519285	0,01519293	0,51%
U2 196	5,0127E-05		
R3 196	0,00027035		
U1 195	0,01592181	0,01592182	0,53%
U2 195	2,0594E-05		
R3 195	0,00027933		
U1 194	0,01624857	0,01624865	0,54%
U2 194	4,9388E-05		
R3 194	0,00027608		
U1 193	0,01625869	0,01625875	0,54%
U2 193	4,4417E-05		
R3 193	0,00027204		
U1 192	0,01514614	0,01514615	0,50%
U2 192	1,4736E-05		
R3 192	0,00025482		
U1 191	0,00889055	0,00889065	0,30%
U2 191	4,3676E-05		
R3 191	0,00015661		

GDL	Δ Sismo_Y		Deriva Y
U1 202	4,5656E-05	0,00624123	0,21%
U2 202	0,00624107		
R3 202	8,9031E-06		
U1 201	5,1343E-05	0,00878501	0,29%
U2 201	0,00878486		
R3 201	9,1896E-06		
U1 200	0,00011213	0,01120323	0,37%
U2 200	0,01120267		
R3 200	9,2859E-06		
U1 199	7,717E-05	0,01313414	0,44%
U2 199	0,01313391		
R3 199	6,7365E-06		
U1 198	4,6651E-05	0,01454699	0,48%
U2 198	0,01454692		
R3 198	9,1757E-06		
U1 197	0,00011646	0,01573127	0,52%
U2 197	0,01573084		
R3 197	1,0538E-05		
U1 196	7,2818E-05	0,01667677	0,56%
U2 196	0,01667661		
R3 196	4,7755E-06		
U1 195	5,5532E-05	0,01722547	0,57%
U2 195	0,01722538		
R3 195	8,3473E-06		
U1 194	0,0001175	0,01718917	0,57%
U2 194	0,01718877		
R3 194	1,1277E-05		
U1 193	6,3448E-05	0,01689284	0,56%
U2 193	0,01689272		
R3 193	5,0477E-06		
U1 192	5,3144E-05	0,0153431	0,51%
U2 192	0,015343		
R3 192	5,3689E-06		
U1 191	7,6501E-05	0,00866181	0,29%
U2 191	0,00866148		
R3 191	7,6578E-06		

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta

[illegible]

[illegible]

[illegible]


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta

[illegible]

ANEXO 3.5	Estimación para edificaciones de concreto reforzado con armostamiento restringido al pandeo del coeficiente de dispersión R en zona de amenaza sísmica alta	2020	 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA INEGI
-----------	---	------	---

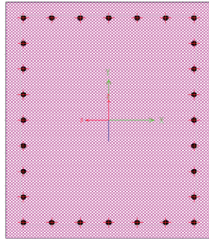
[illegible]

[illegible]

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 3.5	Cálculo de derivas - Resultados de derivas (Sismo MCE)	2020

GDL	Δ Sismo_X		Deriva X
U1 272	0,00042295	0,00581183	0,19%
U2 272	0,00579642		
R3 272	1,7084E-05		
U1 271	0,00017693	0,00866399	0,29%
U2 271	0,00866218		
R3 271	2,9412E-05		
U1 270	0,00032622	0,01172537	0,39%
U2 270	0,01172083		
R3 270	2,3919E-05		
U1 269	0,00020477	0,01453646	0,48%
U2 269	0,01453502		
R3 269	2,1623E-05		
U1 268	0,00035452	0,01697581	0,57%
U2 268	0,01697211		
R3 268	2,665E-05		
U1 267	0,00022247	0,01911436	0,64%
U2 267	0,01911307		
R3 267	2,3998E-05		
U1 266	0,00039202	0,02096959	0,70%
U2 266	0,02096592		
R3 266	1,1287E-05		
U1 265	0,00026925	0,02248588	0,75%
U2 265	0,02248427		
R3 265	1,7089E-05		
U1 264	0,00029677	0,02350373	0,78%
U2 264	0,02350186		
R3 264	1,9791E-05		
U1 263	0,00032302	0,02341307	0,78%
U2 263	0,02341084		
R3 263	1,6428E-05		
U1 262	0,00023094	0,02059771	0,69%
U2 262	0,02059642		
R3 262	1,368E-05		
U1 261	0,00027913	0,01059152	0,35%
U2 261	0,01058784		
R3 261	1,4736E-05		

GDL	Δ Sismo_Y		Deriva Y
U1 272	0,00042295	0,00581183	0,19%
U2 272	0,00579642		
R3 272	1,7084E-05		
U1 271	0,00017693	0,00866399	0,29%
U2 271	0,00866218		
R3 271	2,9412E-05		
U1 270	0,00032622	0,01172537	0,39%
U2 270	0,01172083		
R3 270	2,3919E-05		
U1 269	0,00020477	0,01453646	0,48%
U2 269	0,01453502		
R3 269	2,1623E-05		
U1 268	0,00035452	0,01697581	0,57%
U2 268	0,01697211		
R3 268	2,665E-05		
U1 267	0,00022247	0,01911436	0,64%
U2 267	0,01911307		
R3 267	2,3998E-05		
U1 266	0,00039202	0,02096959	0,70%
U2 266	0,02096592		
R3 266	1,1287E-05		
U1 265	0,00026925	0,02248588	0,75%
U2 265	0,02248427		
R3 265	1,7089E-05		
U1 264	0,00029677	0,02350373	0,78%
U2 264	0,02350186		
R3 264	1,9791E-05		
U1 263	0,00032302	0,02341307	0,78%
U2 263	0,02341084		
R3 263	1,6428E-05		
U1 262	0,00023094	0,02059771	0,69%
U2 262	0,02059642		
R3 262	1,368E-05		
U1 261	0,00027913	0,01059152	0,35%
U2 261	0,01058784		
R3 261	1,4736E-05		



MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,7	m
Altura	0,9	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,7	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	7	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	7	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	127,7	mm

¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

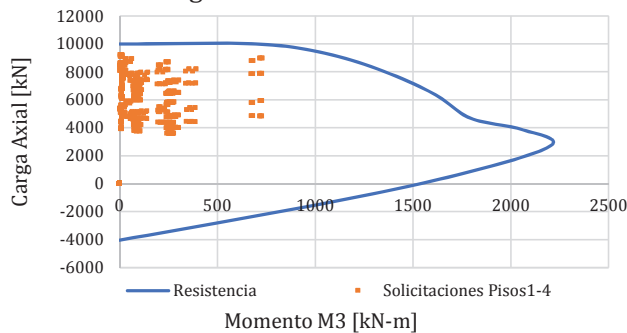
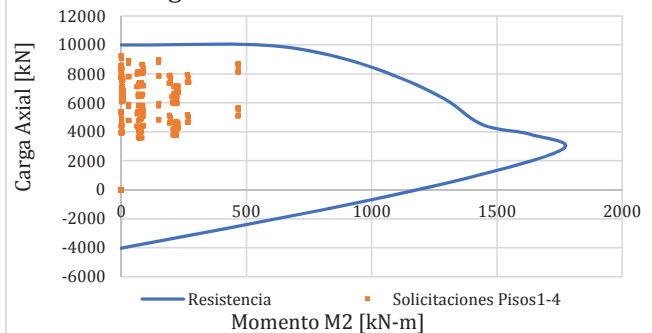


Diagrama de Interacción P-M2



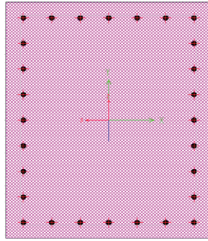
DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2

Barras N°	4	
Cantidad	4	Ramas
Separación Ramas (hx)	200	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	516	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	294,1	mm ²
V_{c2}	535,2	KN
V_{s2}	2302,7	KN
ϕV_{n2}	2128,4	KN
V_{u2}	2090,0	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3

Barras N°	4	
Cantidad	4	Ramas
Separación Ramas (hy)	267	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	516	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	390,1	mm ²
V_{c3}	526,2	KN
V_{s3}	1760,9	KN
ϕV_{n3}	1715,3	KN
V_{u3}	1706,7	KN
Revisión	✓	-



MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,7	m
Altura	0,9	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,1	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	6	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm

¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí

ϕ	0,75	-
--------	------	---

DISEÑO A FLEJO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

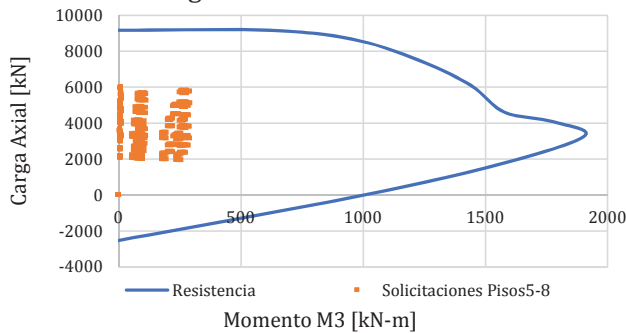
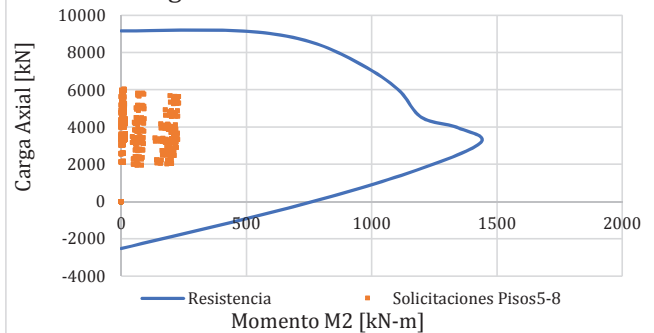


Diagrama de Interacción P-M2



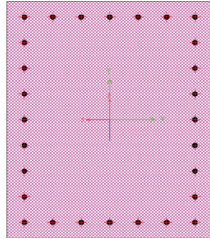
DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2

Barras N°	4	
Cantidad	4	Ramas
Separación Ramas (hx)	200	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	516	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	294,1	mm ²
V_{c2}	535,2	KN
V_{s2}	2302,7	KN
ϕV_{n2}	2128,4	KN
V_{u2}	2095,833	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3

Barras N°	4	
Cantidad	4	Ramas
Separación Ramas (hy)	267	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	516	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	390,1	mm ²
V_{c3}	526,2	KN
V_{s3}	1760,9	KN
ϕV_{n3}	1715,3	KN
V_{u3}	1581,667	KN
Revisión	✓	-



MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,7	m
Altura	0,9	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,1	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	6	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm

¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

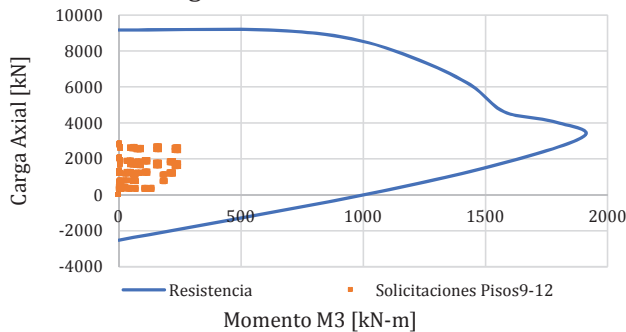
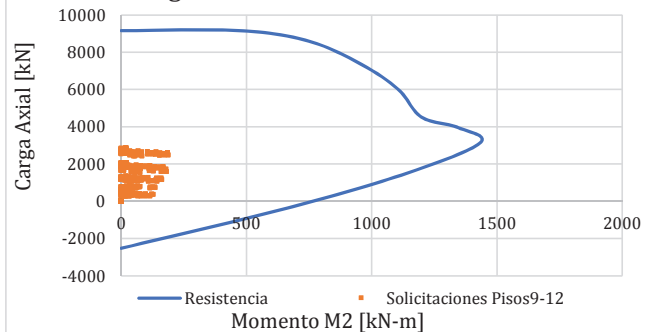


Diagrama de Interacción P-M2



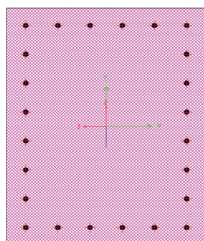
DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2

Barras N°	4	
Cantidad	4	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	516	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	294,1	mm ²
V_{c2}	535,2	KN
V_{s2}	2302,7	KN
ϕV_{n2}	2128,4	KN
V_{u2}	2095,833	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3

Barras N°	4	
Cantidad	4	Ramas
Separación Ramas (h_y)	267	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	516	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	390,1	mm ²
V_{c3}	526,2	KN
V_{s3}	1760,9	KN
ϕV_{n3}	1715,3	KN
V_{u3}	1581,667	KN
Revisión	✓	-

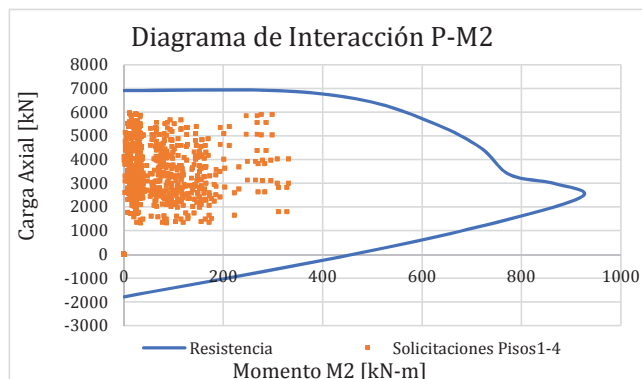
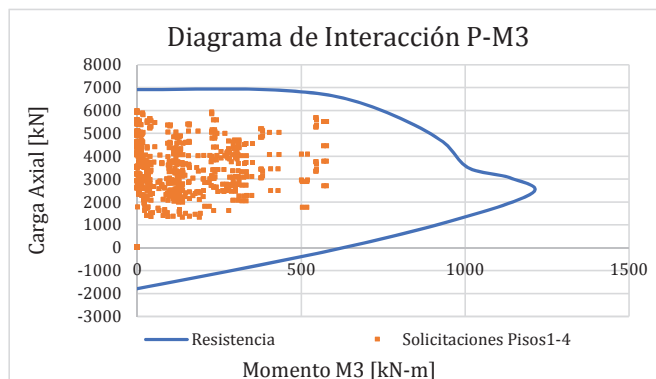


MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,6	m
Altura	0,8	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

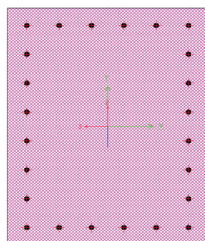
DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	250	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	257,3	mm ²
V_{c2}	404,8	KN
V_{s2}	1523,8	KN
ϕV_{n2}	1446,5	KN
V_{u2}	1330	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	233	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	357,6	mm ²
V_{c3}	395,8	KN
V_{s3}	1117,5	KN
ϕV_{n3}	1135,0	KN
V_{u3}	1020	KN
Revisión	✓	-

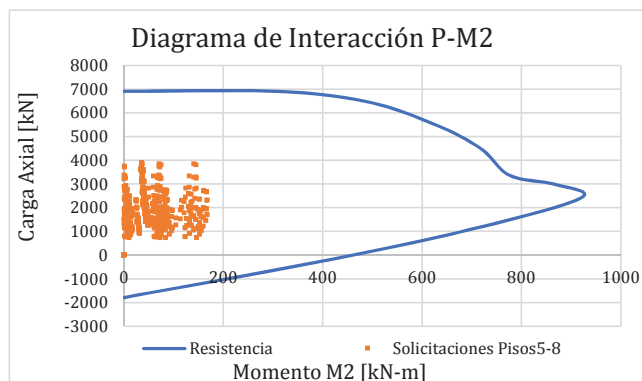
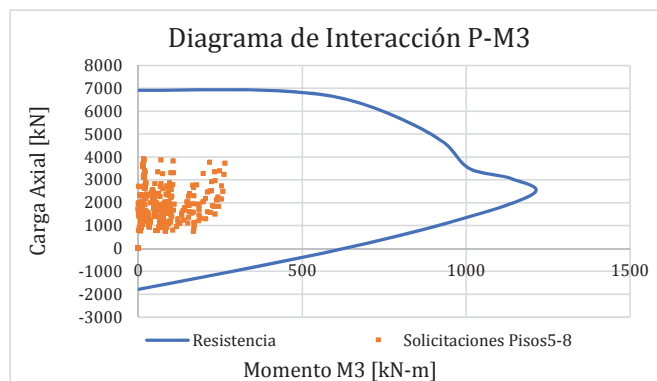


MATERIALES		
f_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,6	m
Altura	0,8	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

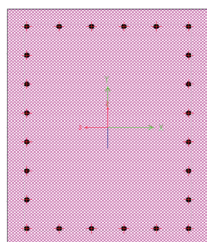
DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	250	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	257,3	mm ²
V_{c2}	404,8	KN
V_{s2}	1523,8	KN
ϕV_{n2}	1446,5	KN
V_{u2}	1330	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	233	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	357,6	mm ²
V_{c3}	395,8	KN
V_{s3}	1117,5	KN
ϕV_{n3}	1135,0	KN
V_{u3}	1020	KN
Revisión	✓	-

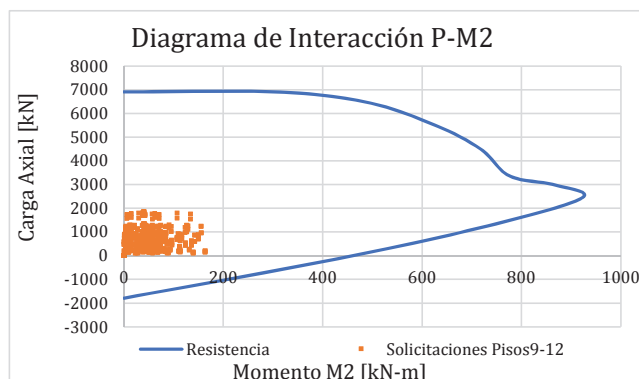
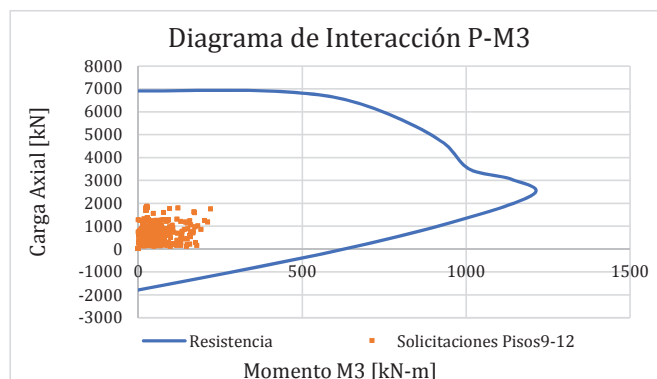


MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,6	m
Altura	0,8	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

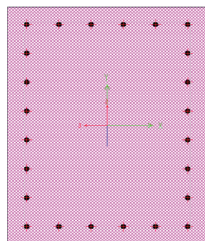
DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	250	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	257,3	mm ²
V_{c2}	404,8	KN
V_{s2}	1523,8	KN
ϕV_{n2}	1446,5	KN
V_{u2}	1330	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	233	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	357,6	mm ²
V_{c3}	395,8	KN
V_{s3}	1117,5	KN
ϕV_{n3}	1135,0	KN
V_{u3}	1020	KN
Revisión	✓	-

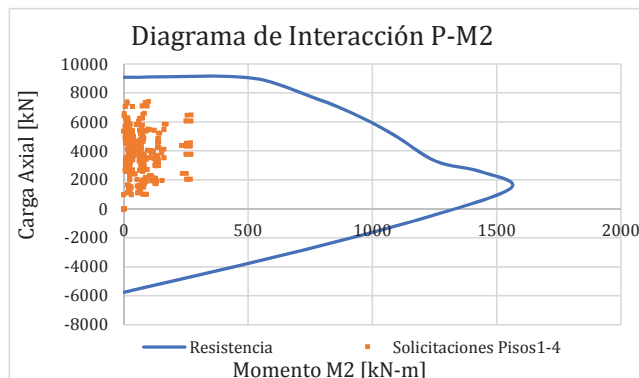
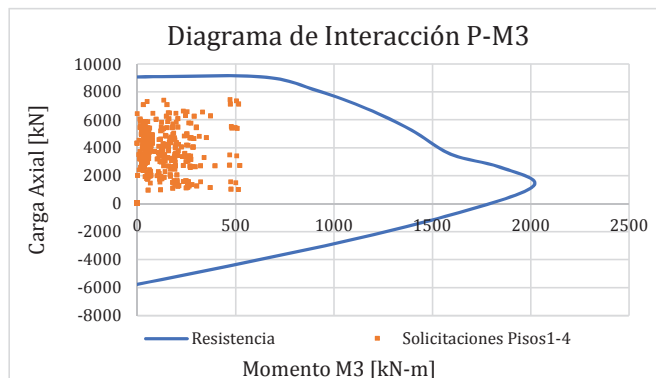


MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,6	m
Altura	0,8	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	3,2	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	9	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	9	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	133,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

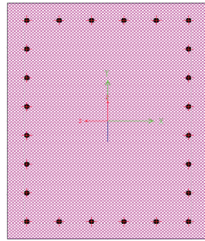
DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	250	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	257,3	mm ²
V_{c2}	404,8	KN
V_{s2}	1523,8	KN
ϕV_{n2}	1446,5	KN
V_{u2}	1330	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	233	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	357,6	mm ²
V_{c3}	395,8	KN
V_{s3}	1117,5	KN
ϕV_{n3}	1135,0	KN
V_{u3}	1020	KN
Revisión	✓	-

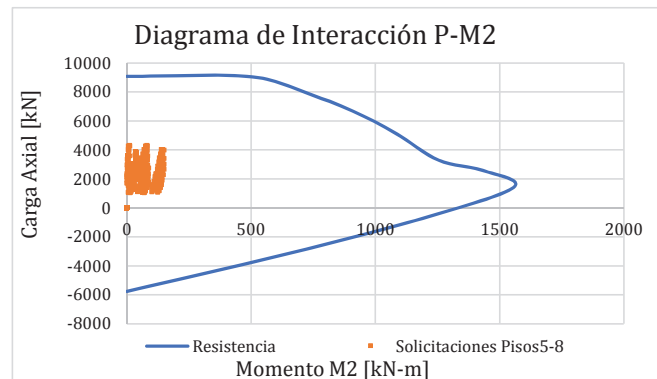
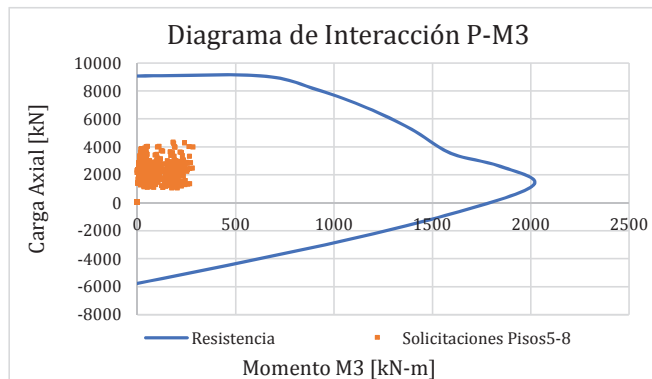


MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,6	m
Altura	0,8	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	3,2	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	9	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	9	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	133,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-

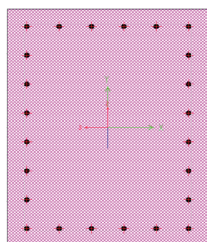
DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hx)	250	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	257,3	mm ²
V_{c2}	404,8	KN
V_{s2}	1523,8	KN
ϕV_{n2}	1446,5	KN
V_{u2}	1330	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (hy)	233	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	357,6	mm ²
V_{c3}	395,8	KN
V_{s3}	1117,5	KN
ϕV_{n3}	1135,0	KN
V_{u3}	1020	KN
Revisión	✓	-

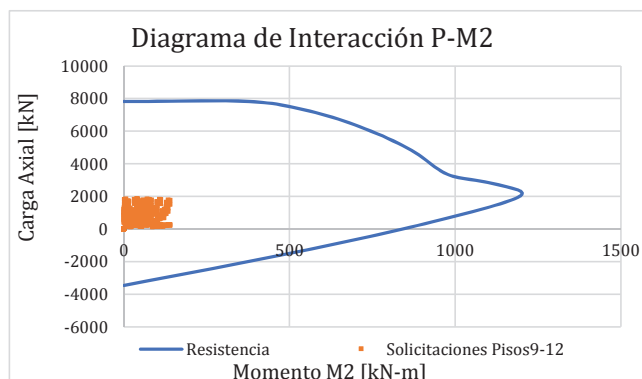
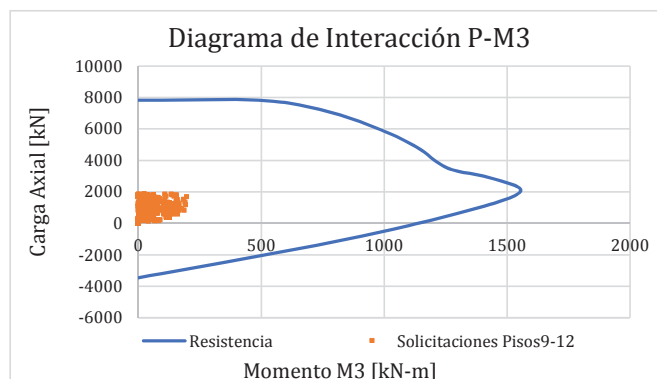


MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,6	m
Altura	0,8	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,9	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	7	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	7	
Cantidad/Cara	6	un
Separación	100	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	80	mm
S Máx. Permitido	133,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	Sí
ϕ	0,75	-


DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE


CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (h_x)	250	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	257,3	mm ²
V_{c2}	404,8	KN
V_{s2}	1523,8	KN
ϕV_{n2}	1446,5	KN
V_{u2}	1330	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	3	Ramas
Separación Ramas (h_y)	233	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	387	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	357,6	mm ²
V_{c3}	395,8	KN
V_{s3}	1117,5	KN
ϕV_{n3}	1135,0	KN
V_{u3}	1020	KN
Revisión	✓	-

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de dispersión de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 3.7.	Diseño de Vigas - Edificio de 12 pisos	2020

f'c [MPa]	28
Fy [MPa]	420
B [m]	0.50
h [m]	0.60
d [m]	0.56

Nivel	Beam	Loc	V [kN]	Vp [kN]	No. Var	# de ramas	Av [cm ²]	s [m]	φVn [kN]	M [kN-m]	No. Var	cantidad	P	As [cm ²]	φMn [kN-m]	
PA	VG-1	0.35	32,72	281,40	3	2	1,42	0.12	393,94	182,47	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		7.65	85,08	281,40	3	2	1,42	0.12	393,94	219,97	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		0.35	-79,81	281,40	3	2	1,42	0.12	393,94	-214,96	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		7.65	-23,79	281,40	3	2	1,42	0.12	393,94	-193,99	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		0.35	29,71	281,40	3	2	1,42	0.12	393,94	170,84	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
PB	VG-1	7.65	80,86	281,40	3	2	1,42	0.12	393,94	221,12	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		0.35	-84,80	281,40	3	2	1,42	0.12	393,94	-232,91	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		7.65	-24,38	281,40	3	2	1,42	0.12	393,94	-136,18	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		0.35	9,19	247,92	3	2	1,42	0.12	393,94	94,41	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		7.65	58,91	247,92	3	2	1,42	0.12	393,94	170,31	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
PC	VG-1	0.35	-56,54	247,92	3	2	1,42	0.12	393,94	-128,40	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		7.65	3,75	247,92	3	2	1,42	0.12	393,94	-34,63	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		0.35	47,16	280,01	3	2	1,42	0.12	393,94	211,82	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		7.15	98,52	280,01	3	2	1,42	0.12	393,94	214,56	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		0.35	-84,22	280,01	3	2	1,42	0.12	393,94	-216,03	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
PA	VG-2	7.15	-32,43	280,01	3	2	1,42	0.12	393,94	-208,47	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		0.35	46,28	280,01	3	2	1,42	0.12	393,94	208,70	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		7.15	97,71	280,01	3	2	1,42	0.12	393,94	210,74	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		0.35	-84,78	280,01	3	2	1,42	0.12	393,94	-217,46	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		7.15	-33,52	280,01	3	2	1,42	0.12	393,94	-222,01	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
PB	VG-2	0.35	27,21	227,46	3	2	1,42	0.12	393,94	143,65	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		7.15	78,79	227,46	3	2	1,42	0.12	393,94	143,94	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		0.35	-52,71	227,46	3	2	1,42	0.12	393,94	-106,20	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		7.15	-1,73	227,46	3	2	1,42	0.12	393,94	-118,11	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		0.25	24,55	387,82	3	2	1,42	0.12	393,94	154,96	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
PC	VG-3	7,7	79,42	387,82	3	2	1,42	0.12	393,94	174,01	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		0.25	-75,72	387,82	3	2	1,42	0.12	393,94	-200,76	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		7,7	-18,83	387,82	3	2	1,42	0.12	393,94	-188,73	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		0.25	20,71	355,02	3	2	1,42	0.12	393,94	140,60	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		7,7	74,03	355,02	3	2	1,42	0.12	393,94	172,53	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
PB	VG-3	0.25	-79,94	355,02	3	2	1,42	0.12	393,94	-216,12	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		7,7	-19,57	355,02	3	2	1,42	0.12	393,94	-144,37	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		0.25	1,80	355,02	3	2	1,42	0.12	393,94	69,70	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		7,7	53,89	355,02	3	2	1,42	0.12	393,94	121,97	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		0.25	-53,38	355,02	3	2	1,42	0.12	393,94	-114,51	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
PC	VG-3	7,7	6,70	355,02	3	2	1,42	0.12	393,94	-50,28	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de dispersión de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 3.7.	Diseño de Vigas - Edificio de 12 pisos	2020

f'c [MPa]	28
Fy [MPa]	420
B [m]	0.50
h [m]	0.60
d [m]	0.56


Nivel	Beam	Loc	V [kN]	Vp [kN]	No. Var	# de ramas	Av [cm ²]	s [m]	φVn [kN]	M [kN-m]	No. Var	cantidad	ρ	As [cm ²]	φMn [kN-m]	
PA	VG-4	0.3	35.61	378.14	3	2	1.42	0.12	393.94	175.72	6	5	0.0051	14.200	287.09	OK!!!
		7.2	88.00	378.14	3	2	1.42	0.12	393.94	172.99	6	5	0.0051	14.200	287.09	OK!!!
		0.3	-77.06	378.14	3	2	1.42	0.12	393.94	-196.03	7	5	0.0069	19.350	384.55	OK!!!
		7.2	-24.94	378.14	3	2	1.42	0.12	393.94	-196.12	7	5	0.0069	19.350	384.55	OK!!!
		0.3	33.27	342.72	3	2	1.42	0.12	393.94	167.70	5	5	0.0036	9.950	204.00	OK!!!
PB	VG-4	7.2	85.74	342.72	3	2	1.42	0.12	393.94	163.98	5	5	0.0036	9.950	204.00	OK!!!
		0.3	-70.28	342.72	3	2	1.42	0.12	393.94	-172.16	6	5	0.0051	14.200	287.09	OK!!!
		7.2	-18.51	342.72	3	2	1.42	0.12	393.94	-178.90	6	5	0.0051	14.200	287.09	OK!!!
		0.3	14.68	326.34	3	2	1.42	0.12	393.94	103.61	5	5	0.0036	9.950	204.00	OK!!!
		7.2	67.22	326.34	3	2	1.42	0.12	393.94	99.09	5	5	0.0036	9.950	204.00	OK!!!
PC	VG-4	0.3	-40.87	326.34	3	2	1.42	0.12	393.94	-70.36	5	5	0.0036	9.950	204.00	OK!!!
		7.2	10.70	326.34	3	2	1.42	0.12	393.94	-80.16	5	5	0.0036	9.950	204.00	OK!!!
		0.35	22.11	267.88	3	2	1.42	0.12	393.94	170.30	6	5	0.0051	14.200	287.09	OK!!!
		8.65	83.13	267.88	3	2	1.42	0.12	393.94	191.94	6	5	0.0051	14.200	287.09	OK!!!
		0.35	-75.95	267.88	3	2	1.42	0.12	393.94	-212.36	7	5	0.0069	19.350	384.55	OK!!!
PB	VG-5	8.65	-12.50	267.88	3	2	1.42	0.12	393.94	-193.73	7	5	0.0069	19.350	384.55	OK!!!
		0.35	21.39	254.26	3	2	1.42	0.12	393.94	167.00	5	5	0.0036	9.950	204.00	OK!!!
		8.65	82.15	254.26	3	2	1.42	0.12	393.94	192.61	5	5	0.0036	9.950	204.00	OK!!!
		0.35	-85.51	254.26	3	2	1.42	0.12	393.94	-251.23	7	5	0.0069	19.350	384.55	OK!!!
		8.65	-20.16	254.26	3	2	1.42	0.12	393.94	-194.18	7	5	0.0069	19.350	384.55	OK!!!
PC	VG-5	0.35	7.02	238.44	3	2	1.42	0.12	393.94	106.46	5	5	0.0036	9.950	204.00	OK!!!
		8.65	67.06	238.44	3	2	1.42	0.12	393.94	143.82	5	5	0.0036	9.950	204.00	OK!!!
		0.35	-60.48	238.44	3	2	1.42	0.12	393.94	-142.26	6	5	0.0051	14.200	287.09	OK!!!
		8.65	4.59	238.44	3	2	1.42	0.12	393.94	-98.32	6	5	0.0051	14.200	287.09	OK!!!
		0.35	139.62	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	257.94	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!
PA	VG-6	5.65	56.13	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	266.71	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!
		0.35	-52.41	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	-156.43	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!
		5.65	-98.65	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	-154.29	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!
		0.35	97.11	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	192.24	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!
		5.65	52.03	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	198.07	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!
PB	VG-6	0.35	-39.24	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	-91.25	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!
		5.65	-43.35	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	-92.80	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!
		0.35	34.62	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	82.32	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!
		5.65	31.95	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	83.26	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!
		0.35	-20.39	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	-30.64	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!
PC	VG-6	5.65	-2.67	511.87	3	4	2.84	0.12	602.68	-33.09	14	7	0.0161	45.150	819.35	OK!!!

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de dispersión de energía R en zona de amenaza sísmica alta		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
ANEXO 3.7.	Diseño de vigas - Edificio de 12 pisos	2020	

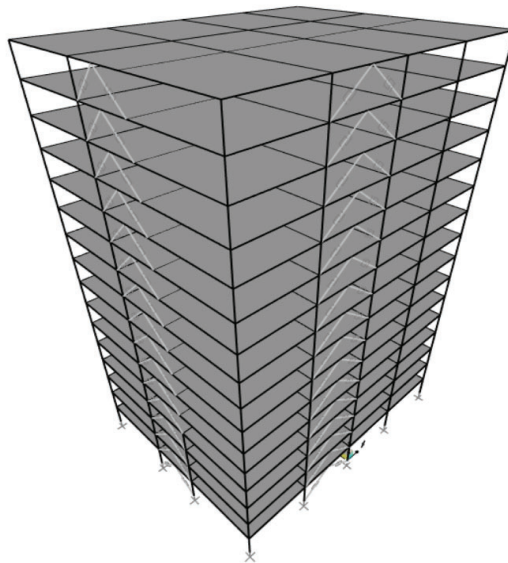
f'c [MPa]	28
Fy [MPa]	420
B [m]	0.50
h [m]	0.60
d [m]	0.56

Nivel	Beam	Loc	V [kN]	Vp [kN]	No. Var	# de ramas	Av [cm ²]	s [m]	φVn [kN]	M [kN-m]	No. Var	cantidad	P	As [cm ²]	φMn [kN-m]	
PA	VG-7	0.25	18,49	402,80	4	2	2,58	0.12	564,46	156,62	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		8.6	80,48	402,80	4	2	2,58	0.12	564,46	168,29	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		0.25	-70,61	402,80	4	2	2,58	0.12	564,46	-192,22	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		8.6	-7,25	402,80	4	2	2,58	0.12	564,46	-185,12	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		0.25	17,64	387,07	3	2	1,42	0.12	393,94	153,01	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		8.6	79,30	387,07	3	2	1,42	0.12	393,94	167,86	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
PB	VG-7	0.25	-77,36	387,07	3	2	1,42	0.12	393,94	-220,19	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		8.6	-12,32	387,07	3	2	1,42	0.12	393,94	-178,97	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		0.25	4,11	387,07	3	2	1,42	0.12	393,94	95,92	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		8.6	65,11	387,07	3	2	1,42	0.12	393,94	120,24	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		0.25	-53,54	387,07	3	2	1,42	0.12	393,94	-116,90	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		8.6	11,31	387,07	3	2	1,42	0.12	393,94	-84,59	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
PA	VG-8	0.4	85,45	392,78	3	2	1,42	0.12	393,94	252,15	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		5.6	124,71	392,78	3	2	1,42	0.12	393,94	252,59	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		0.4	-101,30	392,78	3	2	1,42	0.12	393,94	-223,84	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		5.6	-61,94	392,78	3	2	1,42	0.12	393,94	-223,20	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		0.4	80,96	367,52	3	2	1,42	0.12	393,94	240,64	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
		5.6	120,23	367,52	3	2	1,42	0.12	393,94	240,91	6	5	0,0051	14,200	287,09	OK!!!
PB	VG-8	0.4	-95,35	367,52	3	2	1,42	0.12	393,94	-207,90	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		5.6	-56,03	367,52	3	2	1,42	0.12	393,94	-207,81	7	5	0,0069	19,350	384,55	OK!!!
		0.4	46,72	298,79	3	2	1,42	0.12	393,94	151,76	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		5.6	86,03	298,79	3	2	1,42	0.12	393,94	151,74	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		0.4	-41,31	298,79	3	2	1,42	0.12	393,94	-67,79	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
		5.6	-2,01	298,79	3	2	1,42	0.12	393,94	-68,02	5	5	0,0036	9,950	204,00	OK!!!
PA	VG-9	0.7	82,36	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	215,48	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!
		7.15	39,35	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	213,86	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!
		0.7	-36,58	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	-127,38	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!
		7.15	-54,41	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	-124,77	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!
		0.7	56,53	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	160,56	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!
		7.15	35,85	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	155,74	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!
PB	VG-9	0.7	-27,16	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	-69,68	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!
		7.15	-18,13	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	-71,65	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!
		0.7	16,64	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	65,17	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!
		7.15	26,57	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	57,66	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!
		0.7	-15,55	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	-17,86	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!
		7.15	6,17	574,72	3	4	2,84	0.12	602,68	-23,22	14	7	0,0161	45,150	819,35	OK!!!

D. Anexo 4: Análisis y Diseño de la estructura de 16 pisos

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.1.1	Datos de análisis estructural	2020

MODELO ESTRUCTURAL



SECCIONES

SECCION	TIPO
V50X60	VIGAS

SECCION	TIPO
C100X80	COLUMNA CENTRALES
C90X70	COLUMNA LATERALES

MATERIALES

CONCRETO COLUMNAS		CONCRETO VIGAS		ACERO REFUERZO	
f'c [MPa]	28	f'c [MPa]	28	fy [MPa]	420
Ec [MPa]	24870	Ec [MPa]	24870	Es [MPa]	200000

AVALUO DE CARGAS


CARGA MUERTA

	[kN/m ²]	[kg/m]
Cielo Raso en PVC (e=15mm)	0,22	
Loseta Superior	1,2	
Viguetas	1,2	
Acabados y mortero de nivelación	1,1	
Muros interiores	2,5	
Sobreimpuesta	6,22	

Cielo Raso en PVC (e=15mm)	0,22	
Loseta Superior	1,20	
Viguetas	1,20	
Acabados y mortero de nivelación	1,10	
Impermeabilizante	0,10	
Sobreimpuesta cubierta	3,82	

CARGA VIVA

	[kN/m ²]	[kg/m]
Viva	2,0	
Viva cubierta (Terraza)	2,0	

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.1.2	Verificación carga vertical modelo	2020

PESO PROPIO

Vigas

Seccion	B [m]	H[m]	L[m]	F.M	W [kN]
V50X60	0,50	0,60	3904,00	1,00	28108,80
				S	28108,80

Columnas

Seccion	B [m]	H[m]	L[m]	W [kN]
C100X80	1	0,8	288	5529,60
C90X70	0,9	0,7	672	10160,64
			S	15690,24

	A Mano [kN]	ETABS [kN]	Error
Peso Propio Estructura [kN]	43799,0	43799,04	0,00%

CARGA MUERTA SOBRE IMPUESTA


Carga	w [kN/m ² - kN/m - kN]	A , L [m ² - m]	Manual [kN]	SAP2000 [kN]	Error
Sobreimpuesta	6,22	11160,00	69415,20	72257,28	0,00%
Sobreimpuesta cubierta	3,82	744,00	2842,08		
		S	72257,28	72257,28	0,00%

CARGA VIVA

Carga	w [kN/m ² - kN/m - kN]	A , L [m ² - m]	Manual [kN]	SAP2000 [kN]	Error
Viva	2,00	11160,00	22320,00	22320,00	0,00%
Viva cubierta (Terraza)	2,00	744,00	1488,00	1488,00	0,00%
		S	23808,00	23808,00	0,00%

Carga Vertical Total

	A Mano [kN]	SAP [kN]	Error
Carga Muerta [kN]	116056	116056	0,00%
Carga Viva [kN]	23808	23808	0,00%
S	139864	139864	0,00%

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.1.3	Irregularidades	2020

Irregularidades en planta

Irregularidad Torsional:

SISMO X				SISMO Y			
PUNTO	X [m]	Y [m]	D [m]	PUNTO	X [m]	Y [m]	D [m]
16	0,33164	0,03653	0,33365	16	0,03524	0,37997	0,38160
79	0,33174	0,03653	0,33374	79	0,03525	0,37997	0,38160
352	0,33164	0,03656	0,33365	352	0,03524	0,38030	0,38193
415	0,33174	0,03656	0,33375	415	0,03525	0,38030	0,38193

Irregularidad Torsional en Y						
PUNTOS	D1 [m]	D2 [m]	criterios		VERIFICACIÓN	
			C1 [m]	C2 [m]		
			$\frac{2}{3} (D1+D2)$	$\frac{1}{4} (D1+D2)$	1aP	1bP
16-79	0,33365	0,33374	0,40044	0,46717	Ok!!!	Ok!!!
79-352	0,33374	0,33365	0,40044	0,46718	Ok!!!	Ok!!!
352-415	0,33365	0,33375	0,40044	0,46718	Ok!!!	Ok!!!
415-16	0,33375	0,33374	0,40049	0,46724	Ok!!!	Ok!!!

Irregularidad Torsional en X						
PUNTOS	D1 [m]	D2 [m]	criterios		VERIFICACIÓN	
			C1 [m]	C2 [m]		
			$\frac{2}{3} (D1+D2)$	$\frac{1}{4} (D1+D2)$	1aP	1bP
16-79	0,38160	0,38160	0,45792	0,53424	Ok!!!	Ok!!!
79-352	0,38160	0,38193	0,45812	0,53447	Ok!!!	Ok!!!
352-415	0,38193	0,38193	0,45832	0,53471	Ok!!!	Ok!!!
415-16	0,38193	0,38160	0,45812	0,53447	Ok!!!	Ok!!!

Según lo anterior NO se presenta Irregularidad Torsional.

Torsión Accidental

dmax_x [m]=	0,33375	dmax_y [m]=	0,38193
1.2dprom=	0,400	1.2dprom=	0,458
Ay=	1,000	Ax=	1,000
Torsion y =	5,0%	Torsion x =	5,0%

Retrocesos en las esquinas

A [m]=	N/A	Ok!!!
B [m]=	N/A	
C [m]=	N/A	
D [m]=	N/A	


Según lo anterior NO se presenta irregularidad por retrocesos en las esquinas.

Irregularidades en el diafragma:

1) $C \times D > 0.5 A \times B$		
A [m] =	N/A	Ok!!!
B [m] =	N/A	
C [m] =	N/A	
D [m] =	N/A	

2) $(C \times D \times E) > 0.5 A \times B$		
A [m] =	N/A	Ok!!!
B [m] =	N/A	
C [m] =	N/A	
D [m] =	N/A	
E [m] =	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad en el diafragma.

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.1.3	Irregularidades	2020

Desplazamientos de los planos de acción:

Esta irregularidad NO APLICA para esta estructura ya que no existen discontinuidades en las trayectorias de las fuerzas inducidas por el sismo.

Sistemas no paralelos:

Esta irregularidad NO APLICA para esta estructura ya que no existen discontinuidades en los ejes paralelos del sistema estructural.

Irregularidades en Altura

Piso flexible:

Esta irregularidad "No Aplica para la edificación ya que todos los elementos verticales son continuos en toda la altura del edificio.

Distribución de masa:

Masa piso superior [kg-masa] =	N/A	Ok!!!
Masa piso inferior [kg-masa] =	N/A	
Masa piso analizado [kg-masa] =	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Irregularidad geométrica:

a [m] =	N/A	Ok!!!
b [m] =	N/A	

Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Desplazamientos dentro del plano de acción de la carga:

a [m] =	N/A	Ok!!!
b [m] =	N/A	


Según lo anterior NO se tiene irregularidad por Distribución de masa.

Piso débil:

		Piso débil	Piso débil extremo
Área de columnas piso analizado [m2]=	N/A	Ok!!!	Ok!!!
Área de columnas piso superior [m2]=	N/A		

Según lo anterior NO se presenta irregularidad por Piso Débil.

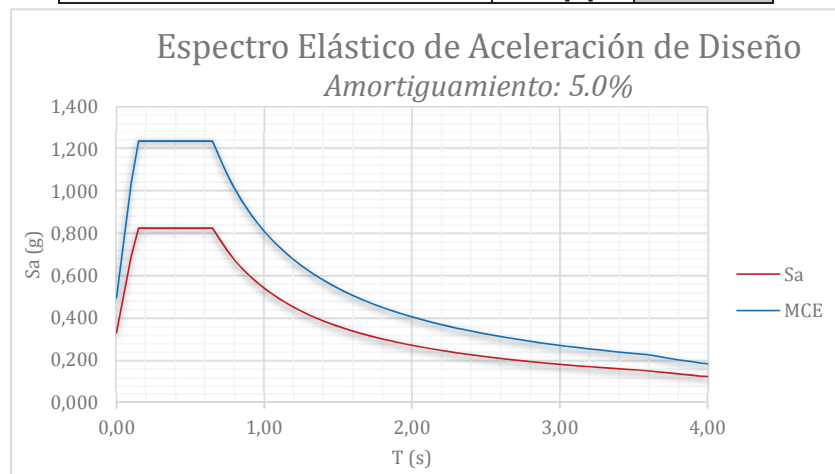
Regular

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 4.1.4	Calculo cargas de sismo	2020

PARAMETROS SISMICOS

	NSR-10
Aa	0,30
Av	0,30
I	1,00
Fa	1,10
Fv	1,50
T _c	0,65
T _L	3,60
R _o	7,00

Altura de La estructura	hn [m]	48,00
-------------------------	--------	-------



Según el análisis modal se tiene que:

T1 [seg]	1,82
----------	------

T2 [seg]	1,68
----------	------

Norma NSR - 10 ; Cap. A.4

Ct	0,047
α	0,90
Ta [seg]	1,53
Cu	1,21
Cu*Ta [seg]	1,85

s/n A.4.2-3

Periodos Definitivos en Cada Dirección


	T [seg]	Sa NSR-10	K	Vs
Y	1,82	0,30	1,66	34411,21
X	1,68	0,32	1,59	37372,35

Tx [seg]	1,68
T _{DEF} [seg]	1,677

Ty [seg]	1,82
T _{DEF} [seg]	1,821

Aceleración espectral	
Sa NSR-10	0,322 g
K =	1,59

Aceleración espectral	
Sa NSR-10	0,297 g
K =	1,66


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.1.4	Calculo cargas de sismo	2020

ANALISIS SISMICO NSR-10 (DIRECCIÓN X)

Nivel	W [kN]	h [m]	h acum. [m]	W* h _{acm} ^K	Cv	Fi [kN]
STORY16	5580,00	3,00	48,00	2613376	0,118	4391,93
STORY15	7365,00	3,00	45,00	3113280	0,140	5232,05
STORY14	7365,00	3,00	42,00	2790121	0,125	4688,96
STORY13	7365,00	3,00	39,00	2480272	0,112	4168,24
STORY12	7365,00	3,00	36,00	2184145	0,098	3670,58
STORY11	7365,00	3,00	33,00	1902200	0,086	3196,76
STORY10	7365,00	3,00	30,00	1634956	0,074	2747,64
STORY9	7365,00	3,00	27,00	1383001	0,062	2324,21
STORY8	7365,00	3,00	24,00	1147016	0,052	1927,63
STORY7	7365,00	3,00	21,00	927795	0,042	1559,21
STORY6	7365,00	3,00	18,00	726290	0,033	1220,57
STORY5	7365,00	3,00	15,00	543669	0,024	913,67
STORY4	7365,00	3,00	12,00	381415	0,017	640,99
STORY3	7365,00	3,00	9,00	241512	0,011	405,88
STORY2	7365,00	3,00	6,00	126831	0,006	213,15
STORY1	7365,00	3,00	3,00	42175	0,002	70,88
Σ =	116055			22238056	1,000	37372,35

ANALISIS ESPECTRAL (DIRECCIÓN X)

	Sismo X			Verificación FHE		
	Vx Sx [kN]	VySx [kN]	V Sx [kN]	.8Vsx [kN]	Factor de mayoración	
Sismo	31157,378	0,012	31157,38	29897,883	1,00	

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.1.4	Calculo cargas de sismo	2020
ANALISIS SISMICO NSR-10 (DIRECCIÓN Y)		


Nivel	W [kN]	h [m]	h acum. [m]	W* h _{acm} ^K	Cv	Fi [kN]
STORY16	5580,00	3,00	48,00	2613376	0,118	4043,94
STORY15	7365,00	3,00	45,00	3113280	0,140	4817,50
STORY14	7365,00	3,00	42,00	2790121	0,125	4317,44
STORY13	7365,00	3,00	39,00	2480272	0,112	3837,98
STORY12	7365,00	3,00	36,00	2184145	0,098	3379,75
STORY11	7365,00	3,00	33,00	1902200	0,086	2943,47
STORY10	7365,00	3,00	30,00	1634956	0,074	2529,93
STORY9	7365,00	3,00	27,00	1383001	0,062	2140,06
STORY8	7365,00	3,00	24,00	1147016	0,052	1774,89
STORY7	7365,00	3,00	21,00	927795	0,042	1435,67
STORY6	7365,00	3,00	18,00	726290	0,033	1123,86
STORY5	7365,00	3,00	15,00	543669	0,024	841,28
STORY4	7365,00	3,00	12,00	381415	0,017	590,20
STORY3	7365,00	3,00	9,00	241512	0,011	373,72
STORY2	7365,00	3,00	6,00	126831	0,006	196,26
STORY1	7365,00	3,00	3,00	42175	0,002	65,26
Σ =	116055			22238056	1,000	34411,21

ANALISIS ESPECTRAL (DIRECCIÓN Y)

	Sismo Y			Verificación FHE		
	Vx Sy [kN]	VySy [kN]	V Sy [kN]	.8Vsy [kN]	Factor de mayoración	
Sismo	0,018	29156,972	29156,97	27528,970	1,00	

PARTICIPACIÓN MODAL


Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	
1	1,821	0,000	0,757	0,00	0,76	
2	1,677	0,768	0,000	0,77	0,76	
3	1,345	0,000	0,000	0,77	0,76	
4	0,575	0,000	0,126	0,77	0,88	
5	0,536	0,119	0,000	0,89	0,88	
6	0,429	0,000	0,000	0,89	0,88	
7	0,314	0,000	0,042	0,89	0,93	
8	0,298	0,042	0,000	0,93	0,93	
9	0,238	0,000	0,000	0,93	0,93	
10	0,212	0,000	0,022	0,93	0,95	
11	0,202	0,021	0,000	0,95	0,95	
12	0,177	0,000	0,000	0,95	0,95	Ok!!!

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.1.4	Calculo cargas de sismo	2020
INDICE DE ESTABILIDAD (DIRECCION X)		

	Pi [kN]	Vi [kN]	hi [m]	Δcm [m]	Qi	Verificación
STORY16	7068,00	4391,93	3,00	0,008	0,004	Ok
STORY15	15921,00	9623,98	3,00	0,011	0,006	Ok
STORY14	24774,00	14312,94	3,00	0,013	0,008	Ok
STORY13	33627,00	18481,18	3,00	0,015	0,009	Ok
STORY12	42480,00	22151,77	3,00	0,017	0,011	Ok
STORY11	51333,00	25348,53	3,00	0,019	0,013	Ok
STORY10	60186,00	28096,17	3,00	0,021	0,015	Ok
STORY9	69039,00	30420,38	3,00	0,022	0,017	Ok
STORY8	77892,00	32348,01	3,00	0,024	0,019	Ok
STORY7	86745,00	33907,22	3,00	0,025	0,021	Ok
STORY6	95598,00	35127,79	3,00	0,026	0,024	Ok
STORY5	104451,00	36041,46	3,00	0,026	0,025	Ok
STORY4	113304,00	36682,45	3,00	0,025	0,026	Ok
STORY3	122157,00	37088,33	3,00	0,024	0,026	Ok
STORY2	131010,00	37301,48	3,00	0,021	0,025	Ok
STORY1	139863,00	37372,35	3,00	0,012	0,015	Ok

INDICE DE ESTABILIDAD (DIRECCION Y)
--

	Pi [kN]	Vi [kN]	hi [m]	Δcm [m]	Qi	Verificación
STORY16	7068,00	4043,94	3,00	0,010	0,006	Ok
STORY15	15921,00	8861,44	3,00	0,013	0,008	Ok
STORY14	24774,00	13178,88	3,00	0,016	0,010	Ok
STORY13	33627,00	17016,86	3,00	0,018	0,012	Ok
STORY12	42480,00	20396,61	3,00	0,020	0,014	Ok
STORY11	51333,00	23340,07	3,00	0,022	0,016	Ok
STORY10	60186,00	25870,01	3,00	0,023	0,018	Ok
STORY9	69039,00	28010,07	3,00	0,025	0,020	Ok
STORY8	77892,00	29784,96	3,00	0,025	0,022	Ok
STORY7	86745,00	31220,63	3,00	0,026	0,024	Ok
STORY6	95598,00	32344,50	3,00	0,027	0,027	Ok
STORY5	104451,00	33185,77	3,00	0,027	0,029	Ok
STORY4	113304,00	33775,97	3,00	0,026	0,029	Ok
STORY3	122157,00	34149,69	3,00	0,025	0,030	Ok
STORY2	131010,00	34345,95	3,00	0,022	0,028	Ok
STORY1	139863,00	34411,21	3,00	0,011	0,015	Ok

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 4.1.4	Calculo cargas de sismo	2020
VERIFICACION DE RESTRICCION AL DESPLAZAMIENTO LATERAL (DIRECCION X)		

	Pu [kN]	Vu [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY16	8184,00	1238,27	3,00	0,003	0,006	arriostrado
STORY15	18510,00	2622,94	3,00	0,004	0,009	arriostrado
STORY14	28836,00	3703,46	3,00	0,005	0,012	arriostrado
STORY13	39162,00	4497,76	3,00	0,005	0,016	arriostrado
STORY12	49488,00	5078,75	3,00	0,006	0,020	arriostrado
STORY11	59814,00	5516,78	3,00	0,007	0,024	arriostrado
STORY10	70140,00	5858,73	3,00	0,007	0,029	arriostrado
STORY9	80466,00	6150,95	3,00	0,008	0,034	arriostrado
STORY8	90792,00	6449,18	3,00	0,008	0,039	arriostrado
STORY7	101118,00	6791,49	3,00	0,009	0,044	arriostrado
STORY6	111444,00	7181,64	3,00	0,009	0,047	arriostrado
STORY5	121770,00	7606,20	3,00	0,009	0,049	arriostrado
STORY4	132096,00	8046,90	3,00	0,009	0,048	arriostrado
STORY3	142422,00	8461,01	3,00	0,008	0,047	arriostrado
STORY2	152748,00	8764,60	3,00	0,008	0,044	arriostrado
STORY1	163074,00	8888,11	3,00	0,004	0,025	arriostrado

VERIFICACION DE RESTRICCION AL DESPLAZAMIENTO LATERAL (DIRECCION Y)

	Pu [kN]	Vu [kN]	hi [m]	Dcm [m]	Qi	Verificación
STORY16	8184,00	1298,81	3,00	0,003	0,007	arriostrado
STORY15	18510,00	2718,12	3,00	0,004	0,010	arriostrado
STORY14	28836,00	3794,26	3,00	0,005	0,013	arriostrado
STORY13	39162,00	4556,78	3,00	0,006	0,017	arriostrado
STORY12	49488,00	5089,87	3,00	0,007	0,021	arriostrado
STORY11	59814,00	5469,73	3,00	0,007	0,026	arriostrado
STORY10	70140,00	5747,50	3,00	0,008	0,031	arriostrado
STORY9	80466,00	5979,11	3,00	0,008	0,036	arriostrado
STORY8	90792,00	6234,54	3,00	0,008	0,041	arriostrado
STORY7	101118,00	6561,13	3,00	0,009	0,045	arriostrado
STORY6	111444,00	6959,13	3,00	0,009	0,048	arriostrado
STORY5	121770,00	7407,89	3,00	0,009	0,049	arriostrado
STORY4	132096,00	7881,52	3,00	0,009	0,049	arriostrado
STORY3	142422,00	8326,48	3,00	0,008	0,047	arriostrado
STORY2	152748,00	8649,13	3,00	0,007	0,042	arriostrado
STORY1	163074,00	8777,88	3,00	0,004	0,023	arriostrado

CALCULO DEL COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACION DE ENERGIA

- Capacidad de disipación de energía

Acorde con el sistema estructural y la zona de amenaza sísmica permitida se tiene:

DES Ro =	7,00
-----------------	-------------


- Cálculo de irregularidades

Acorde con la NSR-10 Tabla A.3-6 y A.3-7, las irregularidades que existe para la estructura son:

REDUNDANCIA	SI / NO
Ausencia de Redundancia	NO
$\Phi_r =$	1,00

IRREGULARIDADES EN PLANTA	SI / NO
Irregularidad Torsional	NO
Retrocesos en las Esquinas	NO
Irregularidad en Diafragma	NO
Desplazamiento en plano de acción	NO
Sistemas No Paralelos	NO
$\Phi_p =$	1,0



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.1.4	Calculo cargas de sismo	2020

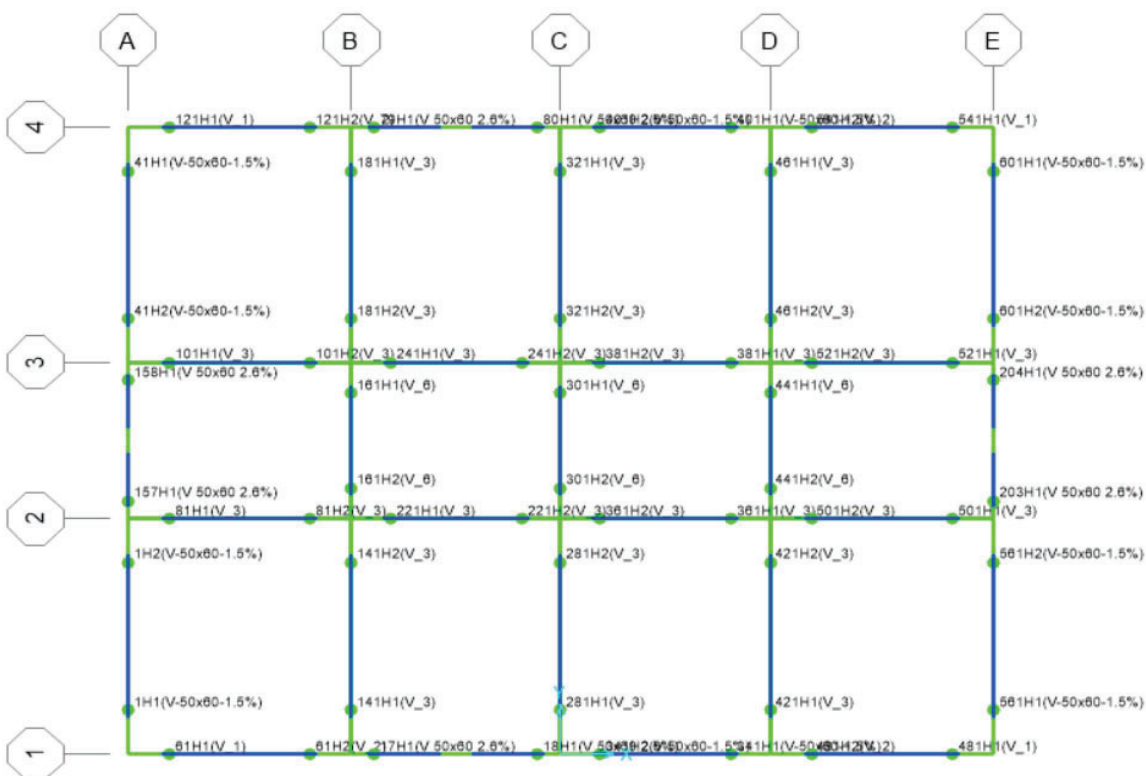
IRREGULARIDADES EN ALTURA	SI / NO
Piso Flexible	NO
Distribución de Masa	NO
Geométrica	NO
Desplazamiento en el Plano de Acción	NO
Piso Débil	NO
$\Phi_a =$	1,0

- Coeficiente de Disipación de Energía (R)

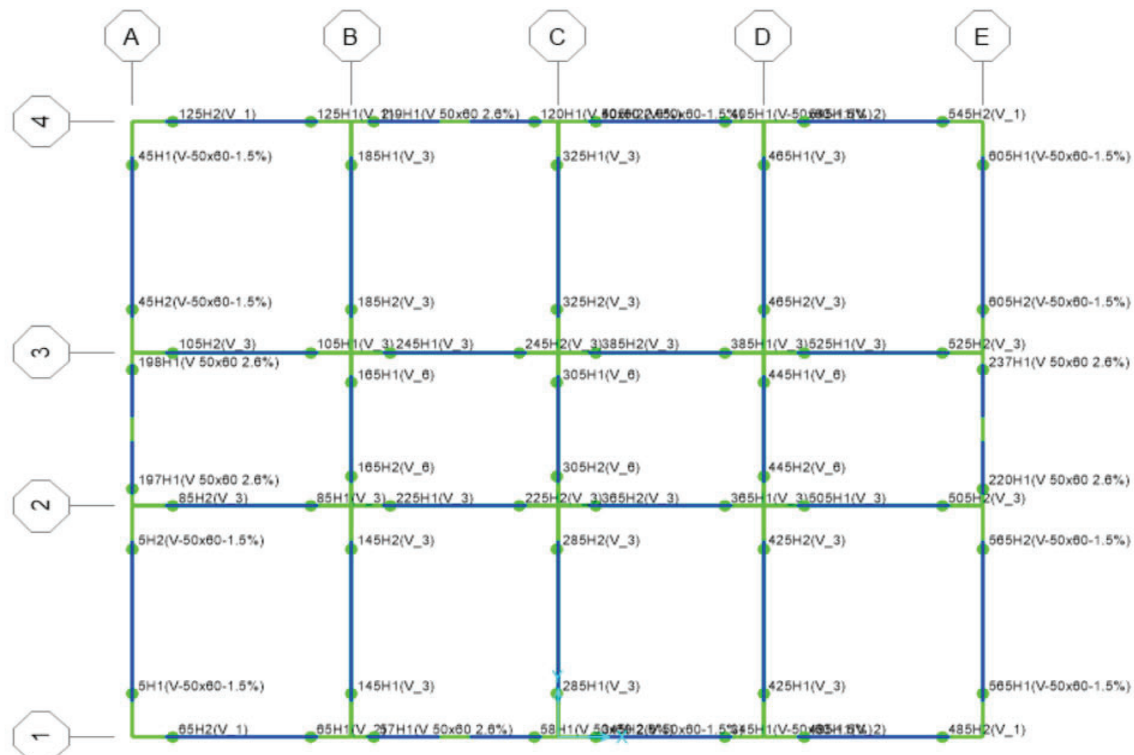
$R = R_o \Phi_r \times \Phi_a \times \Phi_p =$	7,00
--	-------------

Se tiene en cuenta una Torsión accidental del 5% en X y del 5% en Y según A.3.6.7.1 de la NSR-10.

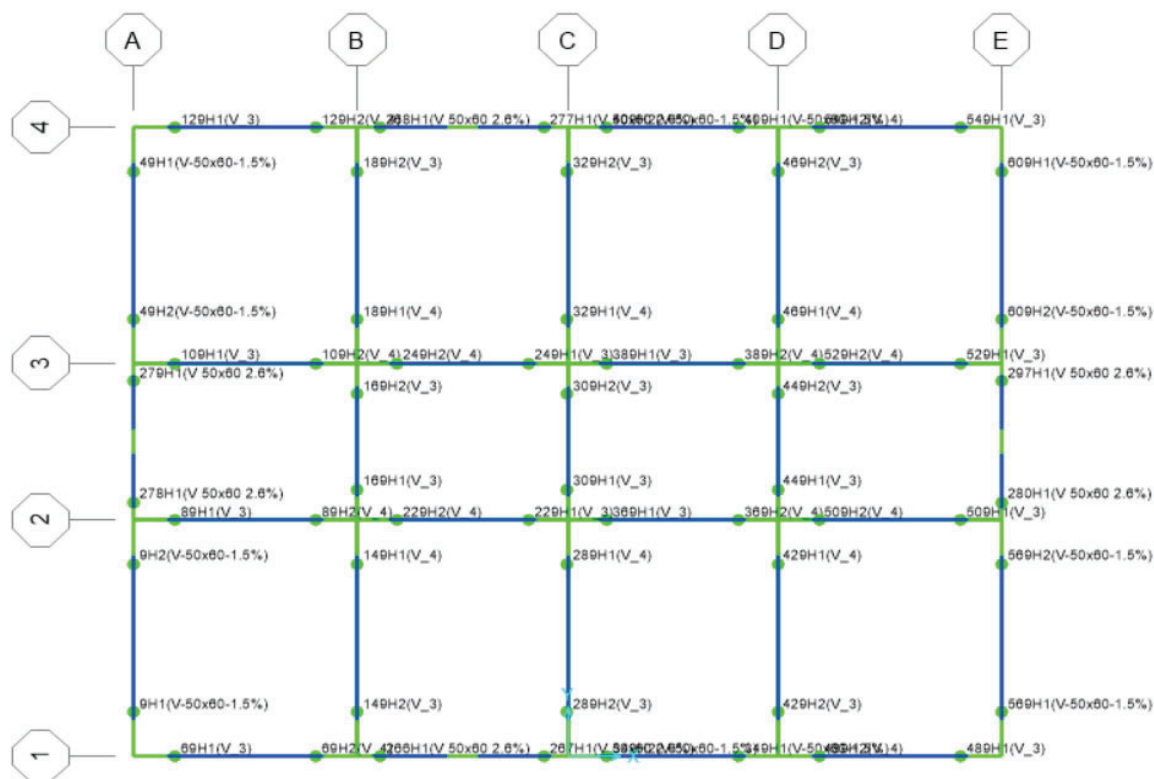
NIVELES 1 A 4



NIVELES 5 A 8



NIVELES 9 A 12



NIVELES 13 A 16



XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T1
Loadline Name: Mx-
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019
Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: .4718E-17 m
Y Centroid: 4.889E-3 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

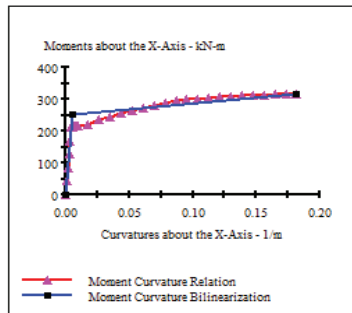
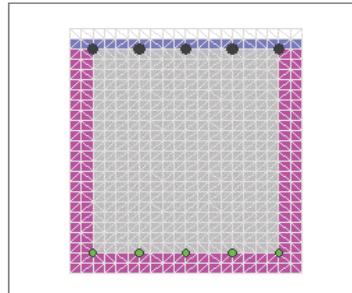
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

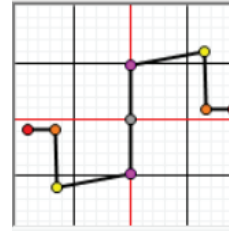
Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -4.669E-3 1/m
Ultimate Curvature: -1.819 1/m
Moment at First Yield: -212.2 kN-m
Ultimate Moment: -315.5 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8784E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 43.63E-3 Ten
N.A. at First Yield: -1.881 m
N.A. at Ultimate: -2.399 m
Energy per Length: 50.77 kN
Effective Yield Curvature: 5.553E-3 1/m
Effective Yield Moment: 252.4 kN-m
Over Strength Factor: -1.250
EI Effective: 4.54E+7 N-m²
Yield EI Effective: 357.9E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7876 %
Curvature Ductility: 32.76

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V 1
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		5#7
Refuerzo inferior		5#5



Momento de fluencia (+)	252,4 kN*m
Momento de fluencia (-)	461 kN*m

Momento último (+)	315,5 kN*m
Momento último (-)	564,3 kN*m

Curvatura última (+)	0,1819 1/m
Curvatura última (-)	0,2079 1/m

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T1
Loadline Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019
Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: .4718E-17 m
Y Centroid: 4.889E-3 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

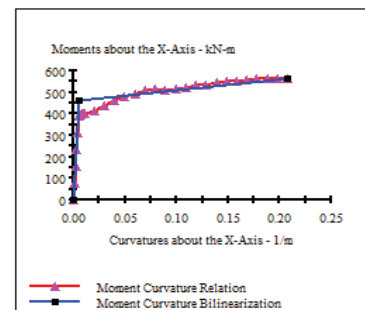
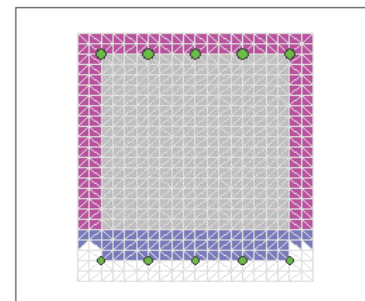
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 5.175E-3 1/m
Ultimate Curvature: .2079 1/m
Moment at First Yield: 392.3 kN-m
Ultimate Moment: 564.3 kN-m
Centroid Strain at Yield: .7999E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 39.03E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1546 m
N.A. at Ultimate: .1877 m
Energy per Length: 104.9 kN
Effective Yield Curvature: 6.082E-3 1/m
Effective Yield Moment: 461.0 kN-m
Over Strength Factor: 1.224
EI Effective: 7.58E+7 N-m²
Yield EI Effective: 511.6E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .6749 %
Curvature Ductility: 34.19

Comments:

User Comments



	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0873
D-	-0,2	-0,0625
C-	-1,22	-0,0624
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,25	0,0546
D	0,2	0,0547
E	0,2	0,0764

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

29/08/2019

Section Name: Viga T3
Loadline Name: Mx-
Analysis Type: Moment Curvature

Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: 4949E-17 m
Y Centroid: 2.275E-3 m
Section Area: 3000 mm²

Loading Details:

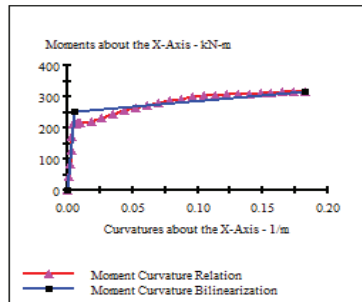
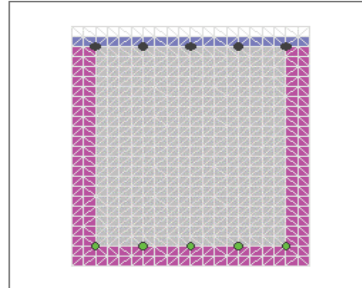
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

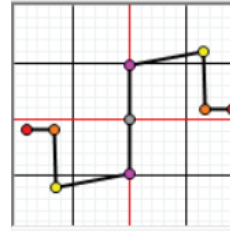
Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -4.695E-3 1/m
Ultimate Curvature: -1.829 1/m
Moment at First Yield: -212.1 kN-m
Ultimate Moment: -315.6 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8833E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 43.87E-3 Ten
N.A. at First Yield: -1.880 m
N.A. at Ultimate: -2399 m
Energy per Length: 51.02 kN
Effective Yield Curvature: 5.585E-3 1/m
Effective Yield Moment: 212.1 kN-m
Over Strength Factor: 1.252
EI Effective: 4.51E+7 N-m²
Yield EI Effective: 338.2E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7955 %
Curvature Ductility: 32.74

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V 3
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		5#6
Refuerzo inferior		5#5



Momento de fluencia (+)	252,1 kN*m
Momento de fluencia (-)	352,2 kN*m

Momento último (+)	315,6 kN*m
Momento último (-)	431 kN*m

Curvatura última (+)	0,1829 1/m
Curvatura última (-)	0,1957 1/m

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

29/08/2019

Section Name: Viga T3
Loadline Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: 4949E-17 m
Y Centroid: 2.275E-3 m
Section Area: 3000 mm²

Loading Details:

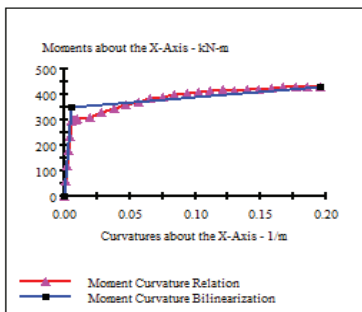
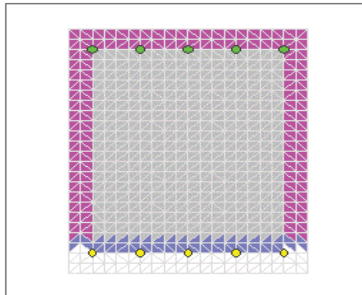
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 4.946E-3 1/m
Ultimate Curvature: 1.957 1/m
Moment at First Yield: 296.5 kN-m
Ultimate Moment: 431.0 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8432E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 41.53E-3 Ten
N.A. at First Yield: 1705 m
N.A. at Ultimate: 2122 m
Energy per Length: 75.36 kN
Effective Yield Curvature: 5.875E-3 1/m
Effective Yield Moment: 352.2 kN-m
Over Strength Factor: 1.224
EI Effective: 6.00E+7 N-m²
Yield EI Effective: 415.0E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .6923 %
Curvature Ductility: 33.31

Comments:

User Comments



	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0822
D-	-0,2	-0,0588
C-	-1,224	-0,0587
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,252	0,0549
D	0,2	0,0550
E	0,2	0,0768

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T4
Loadline Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4785E-17 m
Y Centroid: -.2146E-17 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

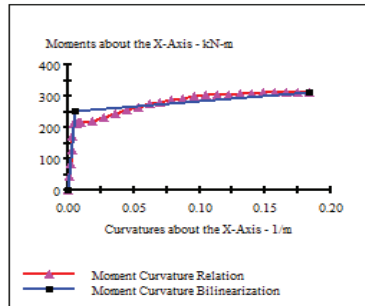
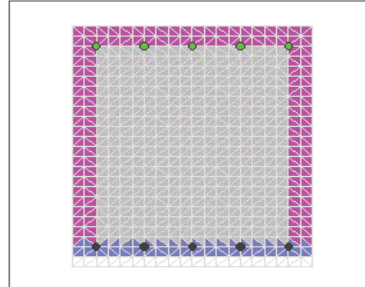
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

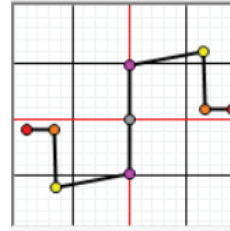
Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 4.727E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1838 1/m
Moment at First Yield: 212.4 kN-m
Ultimate Moment: 313.7 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8867E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 44.03E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1876 m
N.A. at Ultimate: .2399 m
Energy per Length: 51.15 kN
Effective Yield Curvature: 5.619E-3 1/m
Effective Yield Moment: 212.4 kN-m
Over Strength Factor: 1.243
EI Effective: 4.49E+7 N-m²
Yield EI Effective: 343.8E+5 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7653 %
Curvature Ductility: 32.71

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V 4
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		5#5
Refuerzo inferior		5#5



Momento de fluencia (+)	252,4 kN*m
Momento último (+)	313,7 kN*m
Curvatura última (+)	0,1838 1/m

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
A	0	0
B	1	0
C	1,243	0,0551
D	0,2	0,0552
E	0,2	0,0772

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: VIGA-1.1%

20/09/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4467E-17 m
Y Centroid: -.2988E-17 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

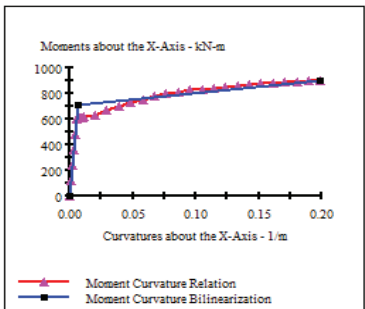
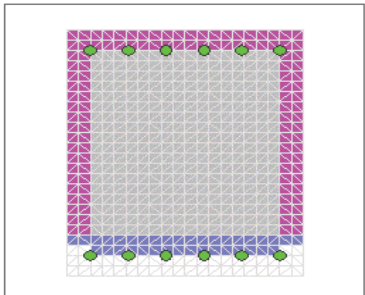
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

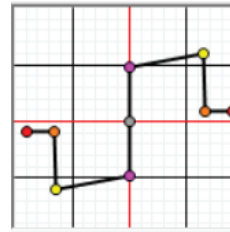
Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 5.415E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1993 1/m
Moment at First Yield: 603.1 kN-m
Ultimate Moment: 897.7 kN-m
Centroid Strain at Yield: .7147E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 40.17E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1320 m
N.A. at Ultimate: .2016 m
Energy per Length: 157.1 kN
Effective Yield Curvature: 6.348E-3 1/m
Effective Yield Moment: 707.0 kN-m
Over Strength Factor: 1.270
EI Effective: 1.11E+8 N-m²
Yield EI Effective: 988.2E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .8873 %
Curvature Ductility: 31.40

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V50X60 1.1%
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		6#8
Refuerzo inferior		6#8



Momento de fluencia (+)	707 kN*m
Momento último (+)	897,7 kN*m
Curvatura última (+)	0,1993 1/m

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
A	0	0
B	1	0
C	1,270	0,0598
D	0,2	0,0599
E	0,2	0,0837

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T6
Loading Name: Mx-
Analysis Type: Moment Curvature

29/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .4641E-17 m
Y Centroid: 2.615E-3 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

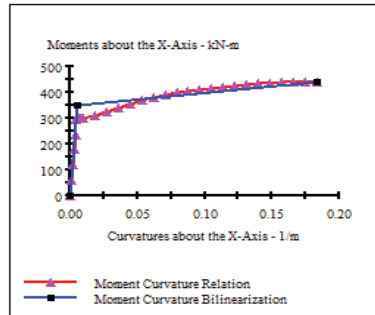
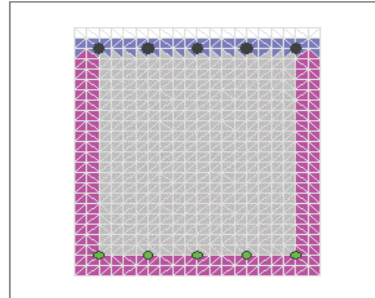
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

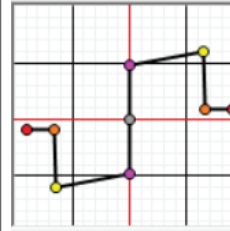
Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: -4.866E-3 1/m
Ultimate Curvature: -1.835 1/m
Moment at First Yield: -295.7 kN-m
Ultimate Moment: -441.0 kN-m
Centroid Strain at Yield: .8392E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 43.64E-3 Ten
N.A. at First Yield: -1.724 m
N.A. at Ultimate: -2.378 m
Energy per Length: 71.12 kN
Effective Yield Curvature: 5.725E-3 1/m
Effective Yield Moment: 347.9 kN-m
Over Strength Factor: -1.267
EI Effective: 6.08E+7 N-m²
Yield EI Effective: 523.3E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .8612 %
Curvature Ductility: 32.05

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V_6
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		5#7
Refuerzo inferior		5#6



Momento de fluencia (+)	347,9 kN*m
Momento de fluencia (-)	463 kN*m

Momento último (+)	441 kN*m
Momento último (-)	574,7 kN*m

Curvatura última (+)	0,1835 1/m
Curvatura última (-)	0,1986 1/m

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: Viga T6
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .1331E-16 m
Y Centroid: 2.615E-3 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

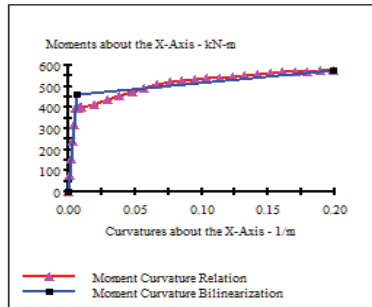
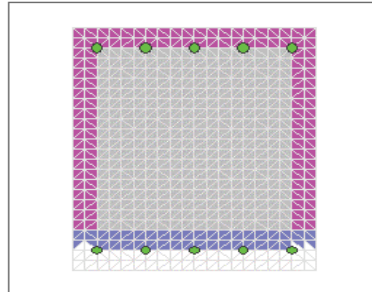
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 5.138E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1986 1/m
Moment at First Yield: 393.7 kN-m
Ultimate Moment: 574.7 kN-m
Centroid Strain at Yield: .7974E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 40.88E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1552 m
N.A. at Ultimate: .2059 m
Energy per Length: 101.3 kN
Effective Yield Curvature: 6.042E-3 1/m
Effective Yield Moment: 463.0 kN-m
Over Strength Factor: 1.241
EI Effective: 7.66E+7 N-m²
Yield EI Effective: 580.2E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .7571 %
Curvature Ductility: 32.86

Comments:

User Comments



	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0834
D-	-0,2	-0,0597
C-	-1,241	-0,0596
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,268	0,0551
D	0,2	0,0552
E	0,2	0,0771

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: VIGA-1.5%
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

20/09/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

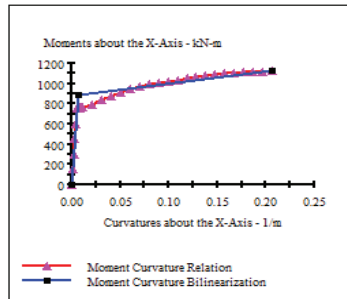
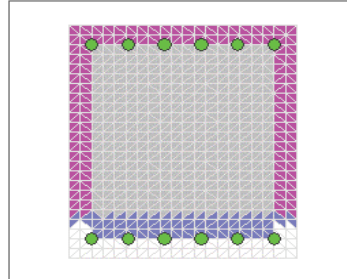
X Centroid: .4512E-17 m
Y Centroid: -.2593E-17 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

Incrementing Load: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

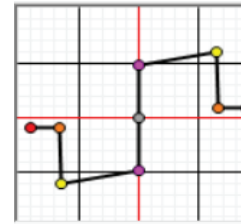
Failing Material: Acero 420
Failure Strain: 90.00E-3 Tension
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 5.600E-3 1/m
Ultimate Curvature: .2065 1/m
Moment at First Yield: 749.8 kN-m
Ultimate Moment: 1122 kN-m
Centroid Strain at Yield: .6684E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 36.33E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1193 m
N.A. at Ultimate: .1858 m
Energy per Length: 203.4 kN
Effective Yield Curvature: 6.601E-3 1/m
Effective Yield Moment: 883.7 kN-m
Over Strength Factor: 1.270
EI Effective: 1.34E+8 N-m²
Yield EI Effective: 1.193E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .5907 %
Curvature Ductility: 31.28



Comments:

User Comments

SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V50X60 1.5%
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		6#10
Refuerzo inferior		6#10



Momento de fluencia	883,7 kN*m
---------------------	------------

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0867
D-	-0,2	-0,063
C-	-1,27	-0,062
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,27	0,062
D	0,2	0,063
E	0,2	0,0867

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: VIGA50x60-2.8%
Loading Name: Mx
Analysis Type: Moment Curvature

15/10/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

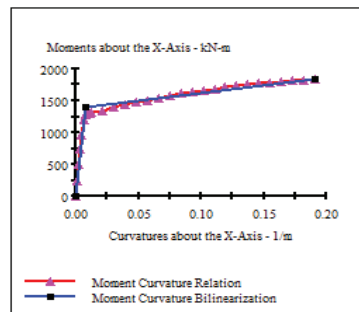
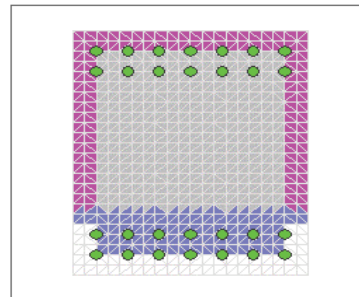
X Centroid: .3847E-17 m
Y Centroid: -.5278E-18 m
Section Area: .3000 m²

Loading Details:

Incrementing Load: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

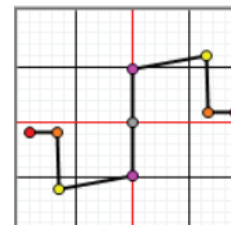
Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 0 1/m
Curvature at First Yield: 6.206E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1910 1/m
Moment at First Yield: 1193 kN-m
Ultimate Moment: 1838 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5170E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 26.15E-3 Ten
N.A. at First Yield: 83.31E-3 m
N.A. at Ultimate: .1369 m
Energy per Length: 302.9 kN
Effective Yield Curvature: 7.306E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1405 kN-m
Over Strength Factor: 1.308
EI Effective: 1.92E+8 N-m²
Yield EI Effective: 2.359E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 1.227 %
Curvature Ductility: 26.14



Comments:

User Comments

SECCION	TIPO	RÓTULA
V50X60	VIGA	V50X60 2.6%
B		0,5 m
H		0,6 m
Refuerzo superior		14#8
Refuerzo inferior		14#8



Momento de fluencia	1405 kN*m
---------------------	-----------

	Momento / Momento de fluencia	Rotación [Rad]
E-	-0,2	-0,0802
D-	-0,2	-0,0574
C-	-1,308	-0,0573
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,308	0,0573
D	0,2	0,0574
E	0,2	0,0802

Carga máxima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C DIDIP
Loading Name: Pmax
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019

Sections
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: .1415E+16 m
Y Centroid: .2453E+17 m
Section Area: 8000 m²

Loading Details:

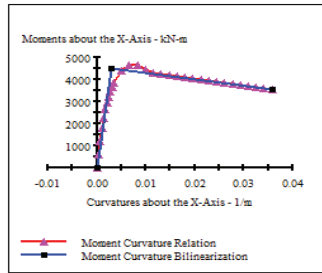
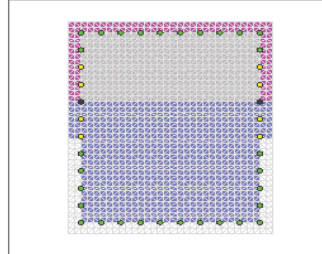
Constant Load - P: 11.03E+3 kN
Incrementing Load: Max Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.1197E-19 1/m
Curvature at First Yield: 1.735E-3 1/m
Ultimate Curvature: 35.79E-3 1/m
Moment at First Yield: 2642 kN-m
Ultimate Moment: 3563 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5471E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 4.192E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.3153 m
N.A. at Ultimate: -.1171 m
Energy per Length: 139.0 kN
Effective Yield Curvature: 2.954E-3 1/m
Effective Yield Moment: 4500 kN-m
Over Strength Factor: .7919
EI Effective: 1.52E+9 N-m²
Yield EI Effective: -28.52E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.872 %
Curvature Ductility: 12.12

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C100X80	COLUMNA	CC-1.9%
B		1 m
H		0,8 m

Refuerzo longitudinal	10#7-10 #7
Ref Cort. V2	5 Ramas #4
Ref Cort. V3	6 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	11030 kN

Carga máxima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C DIDIP
Loading Name: Pmax-45
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019

Sections
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: .1415E+16 m
Y Centroid: .2453E+17 m
Section Area: 8000 m²

Loading Details:

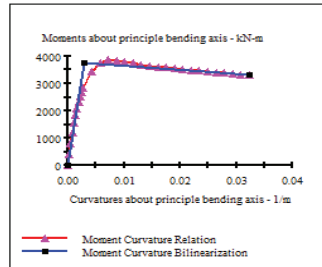
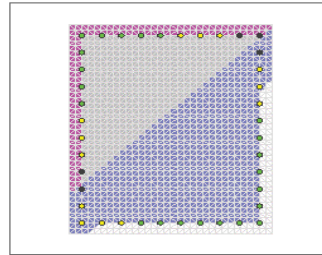
Constant Load - P: 11.03E+3 kN
Incrementing Load: Max and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .2072E-18 1/m
Curvature at First Yield: 1.389E-3 1/m
Ultimate Curvature: 32.33E-3 1/m
Moment at First Yield: 1844 kN-m
Ultimate Moment: 3506 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5408E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 2.091E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.3594 m
N.A. at Ultimate: -.64.74E-3 m
Energy per Length: 108.6 kN
Effective Yield Curvature: 2.857E-3 1/m
Effective Yield Moment: 3767 kN-m
Over Strength Factor: .8716
EI Effective: 1.13E+9 N-m²
Yield EI Effective: -15.63E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.177 %
Curvature Ductility: 11.40

Comments:

User Comments



Carga máxima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C DIDIP
Loading Name: Pmax-90
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019

Sections
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: .1415E+16 m
Y Centroid: .2453E+17 m
Section Area: 8000 m²

Loading Details:

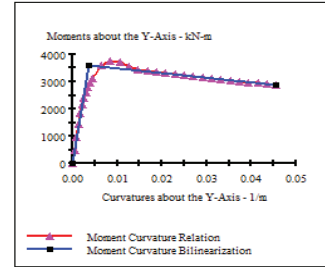
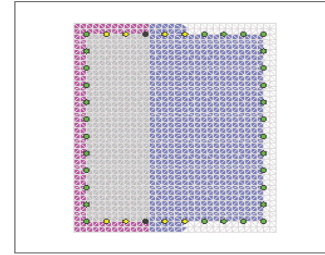
Constant Load - P: 11.03E+3 kN
Incrementing Load: Myy Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .3050E-18 1/m
Curvature at First Yield: 2.178E-3 1/m
Ultimate Curvature: 45.61E-3 1/m
Moment at First Yield: 2144 kN-m
Ultimate Moment: 2877 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5469E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 4.417E-3 Comp
N.A. at First Yield: -.2511 m
N.A. at Ultimate: -.94.83E-3 m
Energy per Length: 142.3 kN
Effective Yield Curvature: 3.663E-3 1/m
Effective Yield Moment: 3605 kN-m
Over Strength Factor: .7982
EI Effective: 9.84E+8 N-m²
Yield EI Effective: -17.34E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -1.762 %
Curvature Ductility: 12.45

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C DIDIP
Loadline Name: Pmin
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019

Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .1415E-16 m
Y Centroid: .2453E-17 m
Section Area: .8000 m²

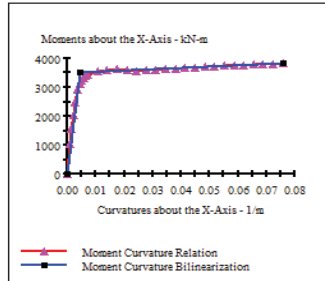
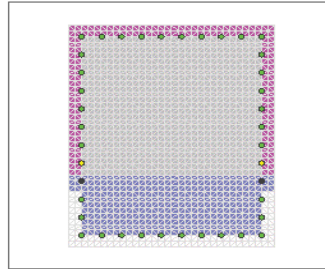
Loading Details:

Constant Load - P: 2772 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .6035E-3 1/m
Curvature at First Yield: 3.595E-3 1/m
Ultimate Curvature: 75.82E-3 1/m
Moment at First Yield: 2930 kN-m
Ultimate Moment: 3824 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4509E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 13.49E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1254 m
N.A. at Ultimate: .1779 m
Energy per Length: 270.3 kN
Effective Yield Curvature: 4.524E-3 1/m
Effective Yield Moment: 3525 kN-m
Over Strength Factor: 1.085
EI Effective: 8.15E+8 N-m²
Yield EI Effective: 4.191E+8 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .5141 %
Curvature Ductility: 17.53

Comments:
User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C100X80	COLUMNA	CC-1.9%
B		1 m
H		0,8 m

Refuerzo longitudinal	10#7-10 #7
Ref Cort. V2	5 Ramas #4
Ref Cort. V3	6 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	2772 kN

Carga mínima y momento a 45°

Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C DIDIP
Loadline Name: Pmin-45
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019

Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .1415E-16 m
Y Centroid: .2453E-17 m
Section Area: .8000 m²

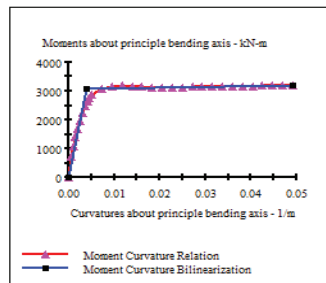
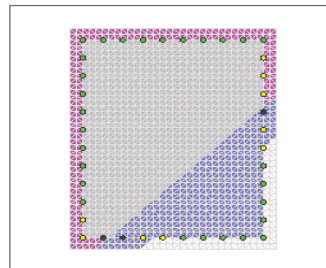
Loading Details:

Constant Load - P: 2772 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .7701E-3 1/m
Curvature at First Yield: 2.556E-3 1/m
Ultimate Curvature: 49.10E-3 1/m
Moment at First Yield: 1975 kN-m
Ultimate Moment: 3200 kN-m
Centroid Strain at Yield: .1814E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 7.199E-3 Ten
N.A. at First Yield: 70.98E-3 m
N.A. at Ultimate: .1466 m
Energy per Length: 148.0 kN
Effective Yield Curvature: 3.997E-3 1/m
Effective Yield Moment: 3089 kN-m
Over Strength Factor: 1.036
EI Effective: 7.73E+8 N-m²
Yield EI Effective: 2.457E+8 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .3179 %
Curvature Ductility: 12.28

Comments:
User Comments



XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C DIDIP
Loadline Name: Pmin-90
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019

Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .1415E-16 m
Y Centroid: .2453E-17 m
Section Area: .8000 m²

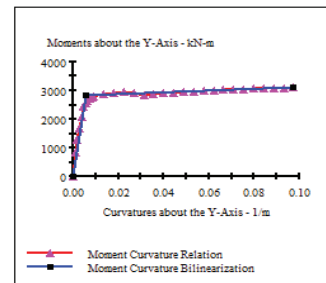
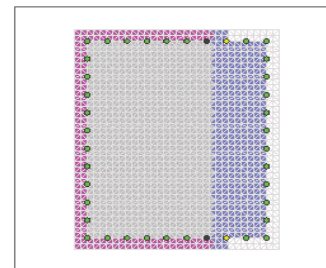
Loading Details:

Constant Load - P: 2772 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .1029E-3 1/m
Curvature at First Yield: 4.584E-3 1/m
Ultimate Curvature: 97.44E-3 1/m
Moment at First Yield: 2431 kN-m
Ultimate Moment: 3101 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4642E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 13.29E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1013 m
N.A. at Ultimate: .1364 m
Energy per Length: 281.4 kN
Effective Yield Curvature: 5.365E-3 1/m
Effective Yield Moment: 2845 kN-m
Over Strength Factor: 1.090
EI Effective: 5.30E+8 N-m²
Yield EI Effective: 2.778E+8 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .5237 %
Curvature Ductility: 18.17

Comments:
User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C. Central
Loading Name: Pmin
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .1352E-16 m
Y Centroid: -.6357E-17 m
Section Area: .8000 m²

Loading Details:

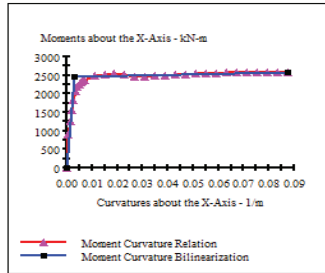
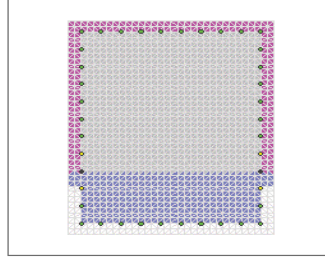
Constant Load - P: 2772 kN
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .9776E-20 1/m
Curvature at First Yield: 3.592E-3 1/m
Ultimate Curvature: .8733E-3 1/m
Moment at First Yield: 2781 kN-m
Ultimate Moment: 2585 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4521E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 18.57E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1259 m
N.A. at Ultimate: .2127 m
Energy per Length: 216.1 kN
Effective Yield Curvature: 3.176E-3 1/m
Effective Yield Moment: 2459 kN-m
Over Strength Factor: 1.051
EI Effective: 7.74E+8 N-m²
Yield EI Effective: 1.501E+8 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .1938 %
Curvature Ductility: 27.50

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C100X80	COLUMNA	CC-1.0%
B		1 m
H		0,8 m

Refuerzo longitudinal	10#5-10#5
Ref Cort. V2	5 Ramas #4
Ref Cort. V3	6 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	2772 kN

Carga mínima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C. Central
Loading Name: Pmin-45
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .1352E-16 m
Y Centroid: -.6357E-17 m
Section Area: .8000 m²

Loading Details:

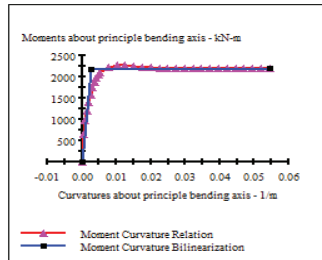
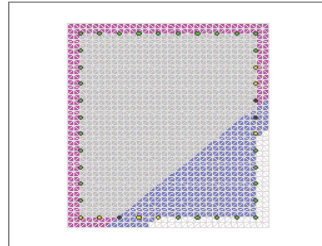
Constant Load - P: 2772 kN
Incrementing Loads: Max and Myy
Angle of Loading: 45.000000000000000000 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.5568E-19 1/m
Curvature at First Yield: 2.555E-3 1/m
Ultimate Curvature: 54.46E-3 1/m
Moment at First Yield: 1955 kN-m
Ultimate Moment: 2210 kN-m
Centroid Strain at Yield: .1806E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 9.845E-3 Ten
N.A. at First Yield: 70.71E-3 m
N.A. at Ultimate: .1808 m
Energy per Length: 116.4 kN
Effective Yield Curvature: 2.832E-3 1/m
Effective Yield Moment: 2182 kN-m
Over Strength Factor: 1.013
EI Effective: 7.65E+8 N-m²
Yield EI Effective: 543.6E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 71.05E-3 %
Curvature Ductility: 19.10

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C. Central
Loading Name: Pmin-90
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: .1352E-16 m
Y Centroid: -.6357E-17 m
Section Area: .8000 m²

Loading Details:

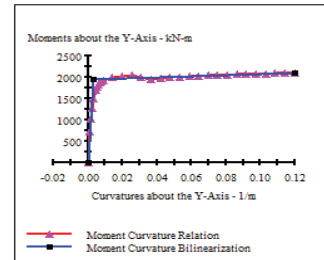
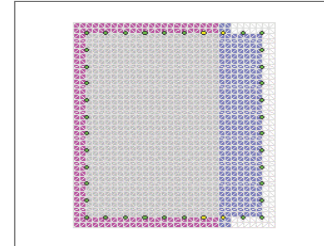
Constant Load - P: 2772 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.8551E-19 1/m
Curvature at First Yield: 4.597E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1399 1/m
Moment at First Yield: 2546 kN-m
Ultimate Moment: 2098 kN-m
Centroid Strain at Yield: .4629E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 20.95E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1009 m
N.A. at Ultimate: .1745 m
Energy per Length: 238.8 kN
Effective Yield Curvature: 3.511E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1948 kN-m
Over Strength Factor: 1.077
EI Effective: 5.55E+8 N-m²
Yield EI Effective: 1.284E+8 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .2314 %
Curvature Ductility: 34.14

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Medianera
Loadline Name: Pmin
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019

Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: -1.755E-16 m
Y Centroid: -1.887E-9 m
Section Area: .6300 m²

Loading Details:

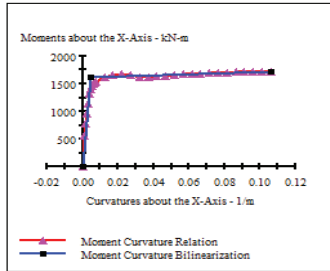
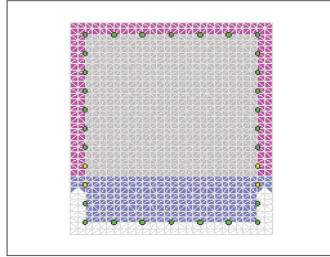
Constant Load - P: 1764 kN
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -1.562E-13 1/m
Curvature at First Yield: 3.735E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1061 1/m
Moment at First Yield: 1386 kN-m
Ultimate Moment: 1723 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5746E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 21.55E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1538 m
N.A. at Ultimate: .2031 m
Energy per Length: 173.4 kN
Effective Yield Curvature: 4.369E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1621 kN-m
Over Strength Factor: 1.063
EI Effective: 3.71E+8 N-m²
Yield EI Effective: 1.003E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .2702 %
Curvature Ductility: 24.28

Comments:

User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C90X70	COLUMNA	CM-1.0%
B		0,9 m
H		0,7 m

Refuerzo longitudinal	7#5-9#5
Ref Cort. V2	5 Ramas #4
Ref Cort. V3	6 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	1764 kN

Carga mínima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Medianera
Loadline Name: Pmin-45
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019

Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: -1.755E-16 m
Y Centroid: -1.887E-9 m
Section Area: .6300 m²

Loading Details:

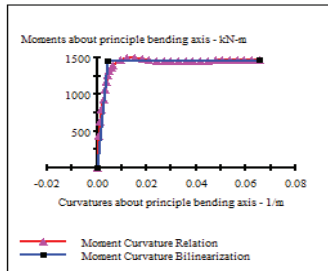
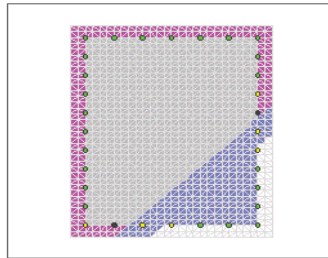
Constant Load - P: 1764 kN
Incrementing Loads: Max and Myy
Angle of Loading: 45.000000000000000000 deg
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -1.104E-13 1/m
Curvature at First Yield: 3.187E-3 1/m
Ultimate Curvature: 65.30E-3 1/m
Moment at First Yield: 1073 kN-m
Ultimate Moment: 1474 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3464E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 11.17E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1087 m
N.A. at Ultimate: .1710 m
Energy per Length: 92.18 kN
Effective Yield Curvature: 4.334E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1459 kN-m
Over Strength Factor: 1.010
EI Effective: 3.37E+8 N-m²
Yield EI Effective: 237.3E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: 70.47E-3 %
Curvature Ductility: 15.07

Comments:

User Comments



Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C_Medianera
Loadline Name: Pmin-90
Analysis Type: Moment Curvature

31/08/2019

Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

X Centroid: -1.755E-16 m
Y Centroid: -1.887E-9 m
Section Area: .6300 m²

Loading Details:

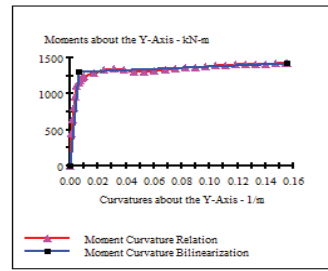
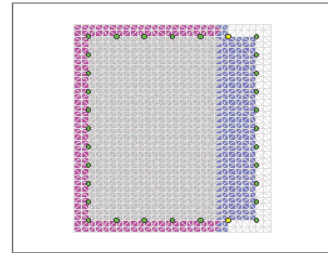
Constant Load - P: 1764 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: 3.263E-17 1/m
Curvature at First Yield: 4.910E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1553 1/m
Moment at First Yield: 1066 kN-m
Ultimate Moment: 1421 kN-m
Centroid Strain at Yield: .5954E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 25.28E-3 Ten
N.A. at First Yield: .1213 m
N.A. at Ultimate: .1628 m
Energy per Length: 207.1 kN
Effective Yield Curvature: 5.998E-3 1/m
Effective Yield Moment: 1302 kN-m
Over Strength Factor: 1.091
EI Effective: 2.17E+8 N-m²
Yield EI Effective: 795.1E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .3452 %
Curvature Ductility: 25.89

Comments:

User Comments



Carga máxima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C-Medianera-3.7%
Loading Name: Pmax
Analysis Type: Moment Curvature

20/09/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -7213E-16 m
Y Centroid: -4.959E-9 m
Section Area: .6300 m²

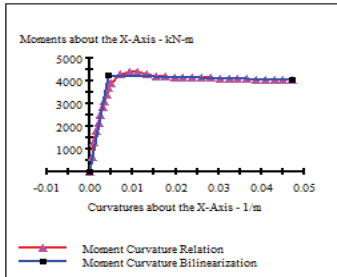
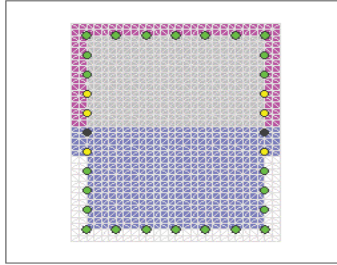
Loading Details:

Constant Load - P: 7056 kN
Incrementing Loads: Mxx Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -9.220E-3 1/m
Curvature at First Yield: 2.473E-3 1/m
Ultimate Curvature: 47.25E-3 1/m
Moment at First Yield: 2510 kN-m
Ultimate Moment: 4048 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3078E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 1.493E-3 Comp
N.A. at First Yield: -1245 m
N.A. at Ultimate: -31.63E-3 m
Energy per Length: 187.6 kN
Effective Yield Curvature: 4.189E-3 1/m
Effective Yield Moment: 4252 kN-m
Over Strength Factor: .9320
EI Effective: 1.02E+9 N-m²
Yield EI Effective: -4.736E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -.4666 %
Curvature Ductility: 11.28

Comments:
User Comments



SECCION	TIPO	RÓTULA
C90X70	COLUMNA	C 70x90 - 3.7%
B		0,9 m
H		0,7 m

Refuerzo longitudinal	7#10-9#9
Ref Cort. V2	5 Ramas #4
Ref Cort. V3	6 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	7056 kN

Carga máxima y momento a 45°

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C-Medianera-3.7%
Loading Name: Pmax-45
Analysis Type: Moment Curvature

20/09/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -7213E-16 m
Y Centroid: -4.959E-9 m
Section Area: .6300 m²

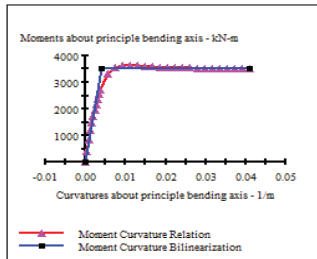
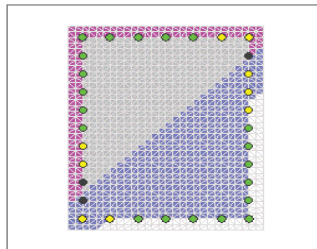
Loading Details:

Constant Load - P: 7056 kN
Incrementing Loads: Mxx and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -6.518E-3 1/m
Curvature at First Yield: 1.905E-3 1/m
Ultimate Curvature: 41.03E-3 1/m
Moment at First Yield: 1729 kN-m
Ultimate Moment: 3509 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3561E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: .4160E-3 Comp
N.A. at First Yield: -11869 m
N.A. at Ultimate: -10.14E-3 m
Energy per Length: 137.6 kN
Effective Yield Curvature: 3.889E-3 1/m
Effective Yield Moment: 3529 kN-m
Over Strength Factor: .9942
EI Effective: 9.08E+8 N-m²
Yield EI Effective: -547.0E+3 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -60.27E-3 %
Curvature Ductility: 10.55

Comments:
User Comments



Carga máxima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C-Medianera-3.7%
Loading Name: Pmax-90
Analysis Type: Moment Curvature

20/09/2019
Secciones
Page __ of __

Section Details:

X Centroid: -7213E-16 m
Y Centroid: -4.959E-9 m
Section Area: .6300 m²

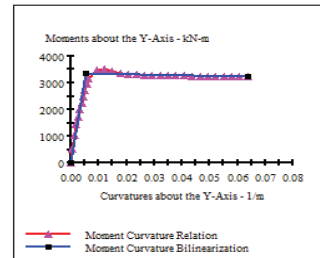
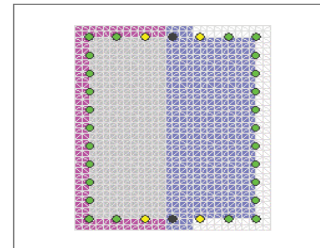
Loading Details:

Constant Load - P: 7056 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: .1505E-3 1/m
Curvature at First Yield: 3.200E-3 1/m
Ultimate Curvature: 63.73E-3 1/m
Moment at First Yield: 2003 kN-m
Ultimate Moment: 3237 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3047E-3 Comp
Centroid Strain at Ultimate: 1.411E-3 Comp
N.A. at First Yield: -95.85E-3 m
N.A. at Ultimate: -22.14E-3 m
Energy per Length: 201.4 kN
Effective Yield Curvature: 5.332E-3 1/m
Effective Yield Moment: 3353 kN-m
Over Strength Factor: .9653
EI Effective: 6.27E+8 N-m²
Yield EI Effective: -1.991E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: -3178 %
Curvature Ductility: 11.91

Comments:
User Comments



Carga mínima y momento en XX

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C.Medianera-3.7%
Loadline Name: Pmin
Analysis Type: Moment Curvature

20/09/2019
Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

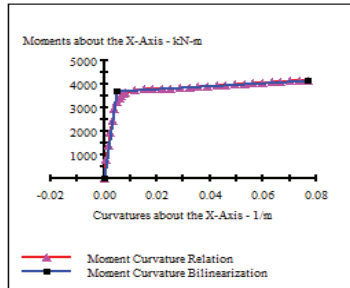
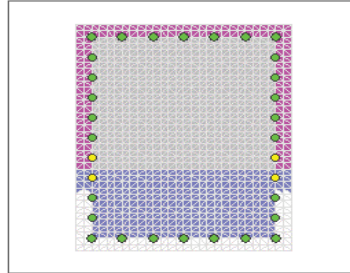
X Centroid: -7213E-16 m
Y Centroid: -4.959E-9 m
Section Area: .6500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 1754 kN
Incrementing Loads: Max Only
Number of Points: 30
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.2159E-13 1/m
Curvature at First Yield: 4.054E-3 1/m
Ultimate Curvature: 77.00E-3 1/m
Moment at First Yield: 2973 kN-m
Ultimate Moment: 4167 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3903E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 10.16E-3 Ten
N.A. at First Yield: 94.29E-3 m
N.A. at Ultimate: .1319 m
Energy per Length: 292.0 kN
Effective Yield Curvature: 5.030E-3 1/m
Effective Yield Moment: 3689 kN-m
Over Strength Factor: 1.129
EI Effective: 7.33E+6 N-m²
Yield EI Effective: 6.630E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .9040 %
Curvature Ductility: 15.31



Comments:

User Comments

SECCION	TIPO	RÓTULA
C90X70	COLUMNA	C 70x90 - 3.7%
B		0,9 m
H		0,7 m

Refuerzo longitudinal	7#10-9#9
Ref Cort. V2	5 Ramas #4
Ref Cort. V3	6 Ramas #4

Caso de carga	Pmax
P	1754 kN

Carga mínima y momento a 45°

Carga mínima y momento en YY

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C.Medianera-3.7%
Loadline Name: Pmin-45
Analysis Type: Moment Curvature

20/09/2019
Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

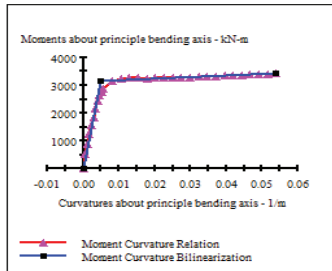
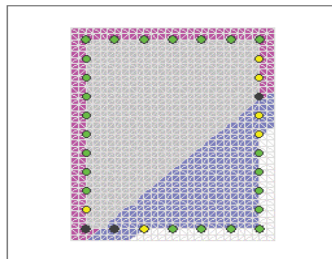
X Centroid: -7213E-16 m
Y Centroid: -4.959E-9 m
Section Area: .6500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 1754 kN
Incrementing Loads: Max and Myy
Angle of Loading: 45 deg
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control

Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.1527E-13 1/m
Curvature at First Yield: 2.888E-3 1/m
Ultimate Curvature: 53.89E-3 1/m
Moment at First Yield: 1856 kN-m
Ultimate Moment: 3421 kN-m
Centroid Strain at Yield: .1822E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 5.769E-3 Ten
N.A. at First Yield: 63.20E-3 m
N.A. at Ultimate: .1069 m
Energy per Length: 169.1 kN
Effective Yield Curvature: 4.906E-3 1/m
Effective Yield Moment: 3154 kN-m
Over Strength Factor: 1.083
EI Effective: 6.43E+6 N-m²
Yield EI Effective: 5.452E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .8450 %
Curvature Ductility: 11.00



Comments:

User Comments

XTRACT Analysis Report

FENERBAHCE

Section Name: C.Medianera-3.7%
Loadline Name: Pmin-90
Analysis Type: Moment Curvature

20/09/2019
Secciones
Page ___ of ___

Section Details:

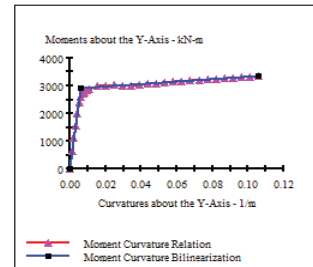
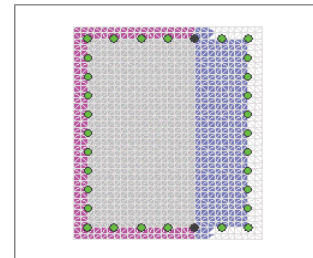
X Centroid: -7213E-16 m
Y Centroid: -4.959E-9 m
Section Area: .6500 m²

Loading Details:

Constant Load - P: 1754 kN
Incrementing Loads: Myy Only
Number of Points: 31
Analysis Strategy: Displacement Control


Analysis Results:

Failing Material: C28
Failure Strain: 20.00E-3 Compression
Curvature at Initial Load: -.3527E-17 1/m
Curvature at First Yield: 5.247E-3 1/m
Ultimate Curvature: .1059 1/m
Moment at First Yield: 2401 kN-m
Ultimate Moment: 3342 kN-m
Centroid Strain at Yield: .3929E-3 Ten
Centroid Strain at Ultimate: 10.89E-3 Ten
N.A. at First Yield: 74.87E-3 m
N.A. at Ultimate: .1028 m
Energy per Length: 320.8 kN
Effective Yield Curvature: 6.377E-3 1/m
Effective Yield Moment: 2917 kN-m
Over Strength Factor: 1.145
EI Effective: 4.57E+6 N-m²
Yield EI Effective: 4.264E+6 N-m²
Bilinear Hardening Slope: .9321 %
Curvature Ductility: 16.61



Comments:

User Comments

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Analisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9.81
hi (m)	3

SISMO DE DISEÑO	
$S_{D1} = Sa_{(T=1)}$	0.568
$S_{D8} = 2.5AaFaI$	0.825
T_s (s)	0.689

MCE	
$S_{M1} = 3/2 S_{D1}$	0.85
$S_{M8} = 3/2 S_{D8}$	1.24

R	7
C_d	7
Ω	3
I	1

ANÁLISIS MODAL

	2	5	8	11
MODOS	1	2	3	4
T (s)	2.123	0.682	0.382	0.253

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
16	48	5580
15	45	7365
14	42	7365
13	39	7365
12	36	7365
11	33	7365
10	30	7365
9	27	7365
8	24	7365
7	21	7365
6	18	7365
5	15	7365
4	12	7365
3	9	7365
2	6	7365
1	3	7365

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	φ ₁	φ ₂	φ ₃	φ ₄
16	1.00	1.00	1.00	1.00
15	0.98	0.89	0.72	0.49
14	0.96	0.72	0.33	-0.12
13	0.93	0.49	-0.13	-0.64
12	0.89	0.22	-0.54	-0.85
11	0.84	-0.06	-0.81	-0.66
10	0.78	-0.34	-0.88	-0.15
9	0.72	-0.59	-0.73	0.42
8	0.643	-0.78	-0.396	0.802
7	0.563	-0.90	0.036	0.805
6	0.477	-0.94	0.461	0.432
5	0.387	-0.89	0.772	-0.144
4	0.294	-0.76	0.893	-0.655
3	0.201	-0.56	0.800	-0.866
2	0.112	-0.33	0.530	-0.698
1	0.037	-0.11	0.194	-0.284


MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODOS	1	2	3	4
W (kN)	91406.1	10772.6	4667.2	2254.6
Γ	1.296	-0.460	0.315	-0.225
%Part. Masa	0.788	0.093	0.040	0.019

DUCTILIDAD EFECTIVA

	Φ ₁	Φ _m
μ _{máx.}	2.33	2.33
μ _D	1.7	1.0
μ _{MCE}	2.3	1.0



PERIODO EFECTIVO	
	Φ ₁
T _{ID} (s)	2.73
T _{1MCE} (s)	3.24

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO INHERENTE		

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i , shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.

β_i	3%
-----------	----

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0.50
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	12%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	17%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODO	1	2	3	4
β_D	15%	3%	3%	3%
β_{MCE}	20%	3%	3%	3%
β_E	3%	3%	3%	3%
β_{V+1}	3%	3%	3%	3%


COMBINACIÓN
0.16
0.21
0.06
0.06

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0.8
5%	1.0
10%	1.2
20%	1.5
30%	1.8
40%	2.1
50%	2.4
60%	2.7
70%	3.0
80%	3.3
90%	3.6
100%	4.0
1000%	4.0

MODO	1	2	3	4
B_D	1.4	0.9	0.9	0.9
B_{MCE}	1.5	0.9	0.9	0.9
B_E	0.9	0.9	0.9	0.9
B_{V+1}	0.9	0.9	0.9	0.9

COMBINACIÓN
1.38
1.53
1.05
1.05

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio sin disipadores	2020
CORTANTE BASAL		

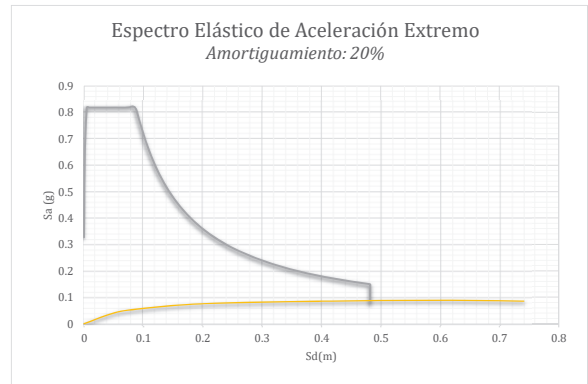
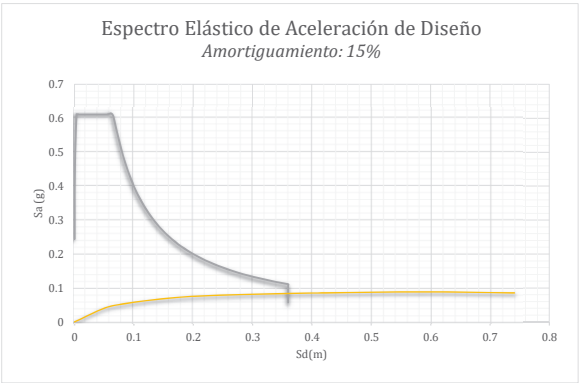
CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	116055
C _s	0.118
C _{s, máx.}	0.038
C _{s, min1.}	0.036
C _{s, min2.}	0.041
C _s	0.038
V _s (kN)	4439


CORTANTE MIN.	
B _{V+1}	0.9
V _{min1} = V/B _{V+1}	4932.49
V _{min2} = 0.75V	3329.43
V _{min} = máx(V _{min1} , V _{min2}) (kN)	4932.49

MODOS	1	2	3	4
C _s	0.05	0.31	0.31	0.31
V (kN)	4703	3292	1426	689

CORTANTE BASAL	
V (kN)	5954.94

Curva Capacidad- Estructura con Disipadores				
	D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0	0.0000	0.0	0.0000	0.000
1	0.0542	3142.9	0.0418	0.034
2	0.0788	4215.3	0.0609	0.046
3	0.1132	4974.6	0.0873	0.054
4	0.1452	5552.7	0.1121	0.061
5	0.1799	6071.8	0.1389	0.066
6	0.2197	6528.0	0.1696	0.071
7	0.2550	6861.4	0.1968	0.075
8	0.2873	7057.8	0.2218	0.077
9	0.3206	7207.0	0.2475	0.079
10	0.3602	7354.3	0.2780	0.080
11	0.3952	7466.3	0.3050	0.082
12	0.4298	7561.6	0.3318	0.083
13	0.4655	7645.6	0.3593	0.084
14	0.5102	7743.2	0.3939	0.085
15	0.5493	7817.5	0.4240	0.086
16	0.5829	7875.5	0.4499	0.086
17	0.6169	7932.4	0.4761	0.087
18	0.6554	7994.9	0.5059	0.087
19	0.6904	8038.6	0.5329	0.088
20	0.7237	8060.6	0.5586	0.088
21	0.7585	8071.1	0.5855	0.088
22	0.7762	8075.2	0.5992	0.088
23	0.8072	8072.9	0.6231	0.088
24	0.8675	7965.1	0.6696	0.087
25	0.9276	7853.5	0.7160	0.086
26	0.9600	7803.2	0.7410	0.085
27	0.9600	7803.2	0.7410	0.085



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9.81
h _i (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
I	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _{a(T=1)}	0.568
S _{Ds} = 2.5AaFaI	0.025
T _s (s)	0.689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0.85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1.24

ANÁLISIS MODAL

	2	5	8	11
MODOS	1	2	3	4
T (s)	1.677	0.536	0.298	0.202

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
16	48	5580
15	45	7365
14	42	7365
13	39	7365
12	36	7365
11	33	7365
10	30	7365
9	27	7365
8	24	7365
7	21	7365
6	18	7365
5	15	7365
4	12	7365
3	9	7365
2	6	7365
1	3	7365

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
16	1.00	1.00	1.00	1.00
15	0.97	0.87	0.72	0.50
14	0.94	0.68	0.32	-0.13
13	0.90	0.44	-0.14	-0.67
12	0.85	0.17	-0.56	-0.90
11	0.79	-0.12	-0.84	-0.70
10	0.73	-0.39	-0.91	-0.18
9	0.66	-0.62	-0.75	0.43
8	0.587	-0.79	-0.406	0.843
7	0.507	-0.90	0.045	0.872
6	0.424	-0.93	0.490	0.497
5	0.339	-0.87	0.819	-0.108
4	0.254	-0.74	0.952	-0.658
3	0.175	-0.56	0.865	-0.899
2	0.100	-0.35	0.594	-0.751
1	0.035	-0.13	0.233	-0.326

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODOS	1	2	3	4
W (kN)	89224.0	13185.0	5098.9	2249.4
Γ	1.341	-0.514	0.316	-0.215
%Part. Masa	0.769	0.114	0.044	0.019

DUCTILIDAD EFECTIVA

	Φ ₁	Φ _m
μ _{máx.}	2.33	2.33
μ _D	1.7	1.0
μ _{MCE}	2.3	1.0




PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{1D} (s)	2.15
T _{1MCE} (s)	2.56

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_I , shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.


β _I	3%
----------------	----

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO VISCOSO		

T (s)	1.68	0.54	0.30	0.20
Sa (g)	0.322	0.825	0.825	0.825
Sd (m)	0.226	0.059	0.018	0.008

DESPLAZAMIENTOS (m)				
Piso	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
16	0.226	0.059	0.018	0.008
15	0.221	0.051	0.013	0.004
14	0.213	0.040	0.006	-0.001
13	0.204	0.026	-0.003	-0.006
12	0.193	0.010	-0.010	-0.008
11	0.180	-0.007	-0.015	-0.006
10	0.166	-0.023	-0.016	-0.002
9	0.150	-0.036	-0.014	0.004
8	0.133	-0.047	-0.007	0.007
7	0.115	-0.053	0.001	0.007
6	0.096	-0.054	0.009	0.004
5	0.077	-0.051	0.015	-0.001
4	0.058	-0.044	0.017	-0.006
3	0.040	-0.033	0.016	-0.008
2	0.023	-0.020	0.011	-0.006
1	0.008	-0.007	0.004	-0.003
0	0.000	0.000	0.000	0.000

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS-Normalizado (1/DespP16)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
16	0.0253	0.1340	0.2819	0.4987
15	0.0332	0.1893	0.4007	0.6290
14	0.0413	0.2393	0.4601	0.5439
13	0.0491	0.2719	0.4174	0.2251
12	0.0565	0.2824	0.2763	-0.1933
11	0.0634	0.2688	0.0687	-0.5217
10	0.0694	0.2326	-0.1554	-0.6092
9	0.0749	0.1767	-0.3434	-0.4156
8	0.0799	0.1059	-0.4512	-0.0292
7	0.0833	0.0254	-0.4453	0.3750
6	0.0852	-0.0564	-0.3285	0.6051
5	0.0844	-0.1286	-0.1330	0.5507
4	0.0797	-0.1797	0.0864	0.2405
3	0.0747	-0.2157	0.2711	-0.1480
2	0.0650	-0.2185	0.3616	-0.4253
1	0.0349	-0.1275	0.2326	-0.3256
16	0.0253	0.1340	0.2819	0.4987
15	0.0332	0.1893	0.4007	0.6290
14	0.0413	0.2393	0.4601	0.5439
13	0.0491	0.2719	0.4174	0.2251
12	0.0565	0.2824	0.2763	-0.1933
11	0.0634	0.2688	0.0687	-0.5217
10	0.0694	0.2326	-0.1554	-0.6092
9	0.0749	0.1767	-0.3434	-0.4156
8	0.0799	0.1059	-0.4512	-0.0292
7	0.0833	0.0254	-0.4453	0.3750
6	0.0852	-0.0564	-0.3285	0.6051
5	0.0844	-0.1286	-0.1330	0.5507
4	0.0797	-0.1797	0.0864	0.2405
3	0.0747	-0.2157	0.2711	-0.1480
2	0.0650	-0.2185	0.3616	-0.4253
1	0.0349	-0.1275	0.2326	-0.3256


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS (m)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
16	0.0081	0.0111	0.0073	0.0059
15	0.0106	0.0157	0.0103	0.0075
14	0.0132	0.0199	0.0119	0.0064
13	0.0157	0.0226	0.0108	0.0027
12	0.0181	0.0234	0.0071	-0.0023
11	0.0203	0.0223	0.0018	-0.0062
10	0.0222	0.0193	-0.0040	-0.0072
9	0.0240	0.0147	-0.0088	-0.0049
8	0.0256	0.0088	-0.0116	-0.0003
7	0.0267	0.0021	-0.0115	0.0044
6	0.0273	-0.0047	-0.0085	0.0072
5	0.0270	-0.0107	-0.0034	0.0065
4	0.0255	-0.0149	0.0022	0.0029
3	0.0239	-0.0179	0.0070	-0.0018
2	0.0208	-0.0181	0.0093	-0.0050
1	0.0112	-0.0106	0.0060	-0.0039

FUERZAS EN RIOSTRAS (kN)				
Piso	V_1	V_2	V_3	V_4
16	517.2	533.6	512.7	505.4
15	531.0	558.6	529.3	513.8
14	545.0	581.1	537.6	508.3
13	558.5	595.7	531.7	487.8
12	942.4	971.3	883.2	-618.8
11	954.3	965.2	478.3	-1669.6
10	964.7	949.0	-1081.2	-1949.7
9	974.3	923.9	-2388.9	-1330.2
8	1243.8	1159.5	-2923.7	-87.1
7	1249.4	530.9	-2886.0	1118.0
6	1252.4	-1176.3	-2128.7	1151.3
5	1251.1	-2684.2	-862.1	1148.1
4	1423.8	-5069.5	756.5	969.3
3	1413.1	-6084.7	1298.0	-596.6
2	1391.9	-6163.1	1313.8	-1714.0
1	1326.5	-3598.1	1291.2	-1312.2
0				

FUERZA DE LA ESTRUCTURA (kN)				
Piso	FI_1	FI_2	FI_3	FI_4
16	1797	4604	4604	4604
15	2312	5262	4363	3046
14	2233	4112	1929	-776
13	2135	2658	-867	-4080
12	2019	1006	-3403	-5448
11	1885	-710	-5082	-4273
10	1734	-2343	-5500	-1104
9	1570	-3757	-4556	2598
8	1392	-4830	-2469	5123
7	1203	-5474	272	5301
6	1005	-5628	2978	3022
5	803	-5286	4974	-655
4	603	-4505	5782	-4001
3	414	-3413	5258	-5463
2	237	-2102	3610	-4563
1	83	-775	1414	-1979

TRABAJO DE LA ESTRUCTURA (kN*m)				
Piso	W_1	W_2	W_3	W_4
16	203.4	135.1	41.9	19.3
15	255.1	133.7	28.5	6.4
14	238.0	81.7	5.6	0.4
13	217.6	34.1	1.1	11.5
12	194.5	4.9	17.4	20.5
11	169.5	2.4	38.7	12.6
10	143.6	26.5	45.4	0.8
9	117.6	68.1	31.1	4.7
8	92.5	112.7	9.1	18.1
7	69.0	144.7	0.1	19.4
6	48.2	153.0	13.3	6.3
5	30.8	134.9	37.1	0.3
4	17.4	98.0	50.1	11.0
3	8.2	56.2	41.4	20.6
2	2.7	21.3	19.5	14.4
1	0.3	2.9	3.0	2.7

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020

TRABAJO DE LA RIOSTRA (kN*m)				
Piso	FD ₁	FD ₂	FD ₃	FD ₄
16	25.3	38.0	21.8	16.3
15	35.9	58.0	34.6	22.6
14	47.0	77.0	41.1	18.5
13	58.0	89.7	36.4	3.4
12	107.5	148.4	27.4	5.7
11	124.2	139.7	3.4	41.3
10	139.0	116.7	17.3	56.3
9	152.7	82.0	84.6	26.2
8	200.5	39.2	136.0	0.1
7	211.6	4.5	132.5	19.9
6	217.5	22.0	72.1	24.3
5	215.0	114.6	11.8	18.3
4	234.9	302.4	6.7	11.1
3	216.8	435.7	33.3	4.2
2	182.0	447.0	57.6	34.6
1	77.3	152.3	23.0	20.3

TRABAJO DEL DISIPADOR (kN*m)				
Piso	WD ₁	WD ₂	WD ₃	WD ₄
16	25.250	37.966	21.838	16.330
15	35.895	58.039	34.598	22.628
14	47.017	76.962	41.131	18.504
13	58.023	89.683	36.431	3.446
12	107.513	148.438	27.411	5.673
11	124.195	139.735	3.389	41.301
10	138.985	116.689	17.318	56.317
9	152.697	81.957	84.552	26.215
8	200.488	39.222	135.964	0.121
7	211.565	4.483	132.476	19.883
6	217.463	22.008	72.075	24.252
5	214.966	114.600	11.822	18.313
4	234.853	302.418	6.735	11.056
3	216.848	435.655	33.279	4.188
2	182.005	446.953	57.633	34.570
1	77.254	152.344	23.012	20.263

AMORTIGUAMIENTO VISCOSO				
MODOS	1	2	3	4
β_v	9.88%	14.91%	15.35%	15.22%

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0.50
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODOS	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	12%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	17%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODOS	1	2	3	4
β_D	28%	18%	18%	18%
β_{MCE}	35%	18%	18%	18%
β_E	16%	18%	18%	18%
β_{V+1}	13%	18%	18%	18%

COMBINACIÓN
0.42
0.47
0.35
0.34


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO		

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0.8
5%	1.0
10%	1.2
20%	1.5
30%	1.8
40%	2.1
50%	2.4
60%	2.7
70%	3.0
80%	3.3
90%	3.6
100%	4.0
1000%	4.0

MODO	1	2	3	4
B_D	1.7	1.4	1.5	1.4
B_{MCE}	2.0	1.4	1.5	1.4
B_E	1.4	1.4	1.5	1.4
B_{V+1}	1.3	1.4	1.5	1.4

COMBINACIÓN
2.16
2.32
1.95
1.92


CORTANTE BASAL

CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	116055
C_s	0.118
$C_{s,max}$	0.046
$C_{s,min1}$	0.036
$C_{s,min2}$	0.041
C_s	0.046
V_s (kN)	5339

CORTANTE MIN.	
B_{V+1}	1.3
$V_{min1} = V/B_{V+1}$	4150.31
$V_{min2} = 0.75V$	4004.18
$V_{min} = \max(V_{min1}, V_{min2})$ (kN)	4150.31

MODO	1	2	3	4
C_s	0.06	0.19	0.19	0.19
V (kN)	5532	2523	967	428


CORTANTE BASAL	
V (kN)	6171.63

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
FUERZAS LATERALES POR PISO		

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO POR MODO (kN)				
Piso	F _{D1}	F _{D2}	F _{D3}	F _{D4}
16	464	-548	334	-228
15	597	-627	317	-151
14	577	-490	140	38
13	551	-317	-63	202
12	521	-120	-247	269
11	487	85	-369	211
10	448	279	-400	55
9	405	447	-331	-128
8	360	575	-179	-253
7	311	652	20	-262
6	260	670	216	-149
5	207	630	361	32
4	156	537	420	198
3	107	406	382	270
2	61	250	262	226
1	21	92	103	98

CORTANTES DE DISEÑO DE PISO POR MODO (kN)				
Piso	V _{D1}	V _{D2}	V _{D3}	V _{D4}
16	464	-548	334	-228
15	1061	-1175	651	-378
14	1638	-1665	792	-340
13	2189	-1981	729	-138
12	2710	-2101	481	131
11	3197	-2017	112	343
10	3645	-1737	-287	397
9	4050	-1290	-618	269
8	4410	-715	-798	15
7	4720	-63	-778	-247
6	4980	608	-562	-396
5	5187	1237	-200	-364
4	5343	1774	220	-166
3	5450	2180	602	104
2	5511	2431	864	330
1	5532	2523	967	428

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO (kN)		
Piso	V _D	F _D
16	824	824
15	1753	929
14	2489	1560
13	3044	1484
12	3465	1981
11	3797	1816
10	4067	2252
9	4304	2052
8	4538	2486
7	4791	2305
6	5064	2759
5	5349	2590
4	5636	3046
3	5901	2855
2	6094	3239
1	6172	2933

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
SISMO DE DISEÑO		

MODOS	1	2	3	4
D _{1D} (m)	0.236	-	-	-
D _{mD} (m)	-	-0.021	0.004	-0.001

D _v (m)	0.174
μ _D	1.4




COMPORTAMIENTO DEL PISO

DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					
Piso	D _{D1}	D _{D2}	D _{D3}	D _{D4}	D _D
16	0.236	-0.021	0.004	-0.001	0.237
15	0.230	-0.018	0.003	-0.001	0.230
14	0.222	-0.014	0.001	0.000	0.222
13	0.212	-0.009	-0.001	0.001	0.212
12	0.201	-0.003	-0.002	0.001	0.201
11	0.187	0.002	-0.003	0.001	0.187
10	0.172	0.008	-0.004	0.000	0.173
9	0.156	0.013	-0.003	-0.001	0.157
8	0.138	0.017	-0.002	-0.001	0.139
7	0.120	0.019	0.000	-0.001	0.121
6	0.100	0.019	0.002	-0.001	0.102
5	0.080	0.018	0.003	0.000	0.082
4	0.060	0.016	0.004	0.001	0.062
3	0.041	0.012	0.003	0.001	0.043
2	0.024	0.007	0.002	0.001	0.025
1	0.008	0.003	0.001	0.000	0.009

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

SISMO DE DISEÑO				
Piso	DERIVA (m)		FUERZA (kN)	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
16	0.0062	0.0088	521	OK
15	0.0081	0.0115	536	OK
14	0.0100	0.0141	550	OK
13	0.0117	0.0166	563	OK
12	0.0133	0.0188	946	OK
11	0.0148	0.0209	957	OK
10	0.0160	0.0226	967	OK
9	0.0172	0.0243	976	OK
8	0.0183	0.0259	1246	OK
7	0.0192	0.0272	1252	OK
6	0.0198	0.0281	1256	OK
5	0.0199	0.0282	1257	OK
4	0.0191	0.0270	1434	OK
3	0.0182	0.0257	1425	OK
2	0.0161	0.0227	1405	OK
1	0.0087	0.0123	1334	OK

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020
SISMO MCE		

MODOS	1	2	3	4
D _{1MCE} (m)	0.370	-	-	-
D _{mMCE} (m)	-	-0.032	0.006	-0.002

D _y (m)	0.174
μ _{MCE}	2.1




COMPORTAMIENTO DEL PISO

DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					
Piso	D _{MCE1}	D _{MCE2}	D _{MCE3}	D _{MCE4}	D _{MCE}
16	0.370	-0.032	0.006	-0.002	0.372
15	0.361	-0.027	0.004	-0.001	0.362
14	0.349	-0.021	0.002	0.000	0.349
13	0.333	-0.014	-0.001	0.001	0.334
12	0.315	-0.005	-0.003	0.002	0.315
11	0.294	0.004	-0.005	0.001	0.294
10	0.271	0.012	-0.005	0.000	0.271
9	0.245	0.019	-0.004	-0.001	0.246
8	0.217	0.025	-0.002	-0.002	0.219
7	0.188	0.028	0.000	-0.002	0.190
6	0.157	0.029	0.003	-0.001	0.160
5	0.125	0.027	0.005	0.000	0.128
4	0.094	0.023	0.006	0.001	0.097
3	0.065	0.018	0.005	0.002	0.067
2	0.037	0.011	0.004	0.001	0.039
1	0.013	0.004	0.001	0.001	0.014

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

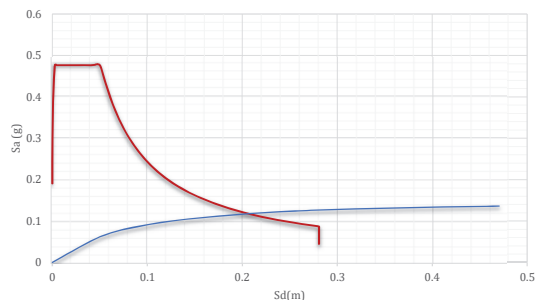
SISMO MCE				
Piso	DERIVA		FUERZA	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
16	0.0097	0.0137	548	OK
15	0.0127	0.0179	571	OK
14	0.0156	0.0221	593	OK
13	0.0184	0.0260	614	OK
12	0.0209	0.0296	1004	OK
11	0.0232	0.0328	1022	OK
10	0.0252	0.0356	1037	OK
9	0.0271	0.0383	1052	OK
8	0.0289	0.0408	1321	OK
7	0.0303	0.0428	1331	OK
6	0.0312	0.0441	1337	OK
5	0.0313	0.0442	1338	OK
4	0.0299	0.0423	1538	OK
3	0.0285	0.0403	1524	OK
2	0.0251	0.0355	1492	OK
1	0.0136	0.0193	1381	OK

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020

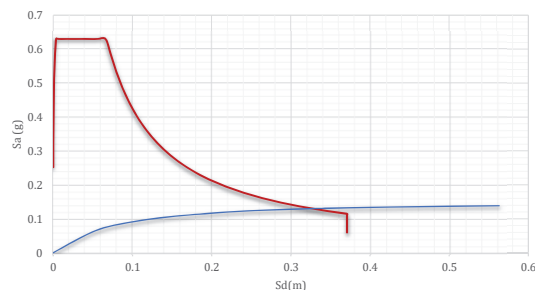
Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0.0001	0.0	0.0001	0.000
0.0536	4533.3	0.0400	0.051
0.0858	6525.6	0.0640	0.073
0.1198	7702.2	0.0893	0.086
0.1536	8618.0	0.1145	0.097
0.1876	9288.9	0.1399	0.104
0.2208	9788.1	0.1646	0.110
0.2572	10255.9	0.1918	0.115
0.2926	10661.5	0.2182	0.119
0.3268	10977.4	0.2437	0.123
0.3702	11255.7	0.2760	0.126
0.4075	11442.5	0.3038	0.128
0.4510	11625.0	0.3363	0.130
0.4844	11744.6	0.3612	0.132
0.5197	11855.7	0.3875	0.133
0.5638	11982.8	0.4204	0.134
0.5958	12068.1	0.4443	0.135
0.6308	12137.4	0.4704	0.136
0.6886	12232.7	0.5135	0.137
0.7327	12301.3	0.5463	0.138
0.7554	12331.1	0.5632	0.138

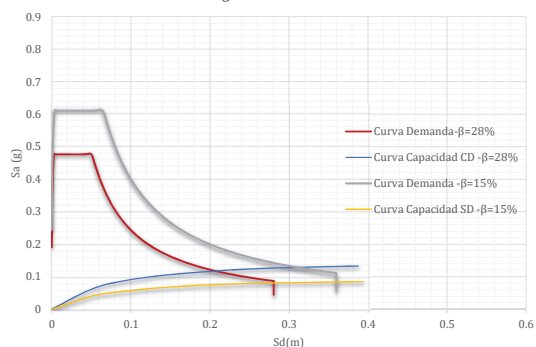
Espectro Elástico de Aceleración de Diseño
Amortiguamiento: 28%



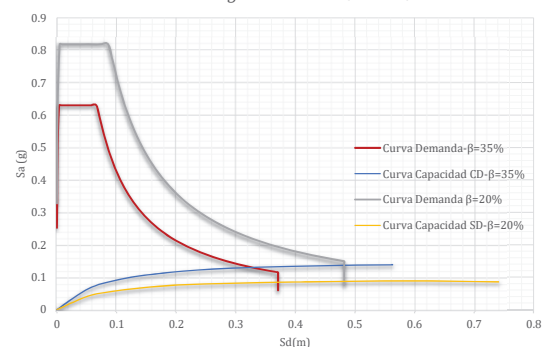
Espectro Elástico de Aceleración Extremo
Amortiguamiento: 35%




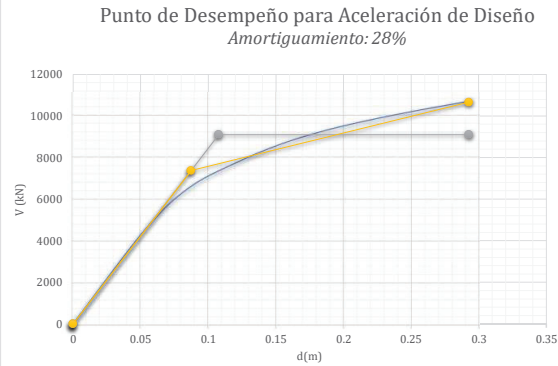
Espectro de demanda vs Espectro de capacidad
para Aceleración de Diseño en X
Amortiguamiento: 28% vs 15%



Espectro de demanda vs Espectro de capacidad
para Aceleración Extremo en X
Amortiguamiento: 35% vs 20%



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en X - edificio con disipadores	2020



Δ_d	0.09	m
V_d	6882.60	kN
Δ_y (bilineal 1)	0.11	m
V_y (bilineal 1)	9102.22	kN
Δ_y (bilineal 2)	0.09	m
V_y (bilineal 2)	7370.15	kN
Δ_{max}	0.29	m
V_u	10661.48	kN
V_e	24731.42	kN
μ (bilineal 1)	2.72	
μ (bilineal 2)	3.36	
T	1.68	s
T_c	0.65	s

21587.90398
19166.92669
24731.41668

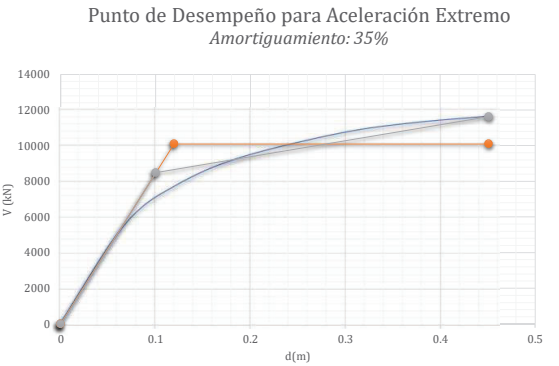
Mahmoudi	
R_μ	3.36
R_{sd}	1.07
R_{sim}	1.16
R_s	1.24
R	4.15

Abou-Elfath	
R_μ	2.72
R_s	1.32
R	3.59

Asgarian	
R_μ	2.72
R_{so}	1.32
$F1$	1.05
$F2$	1.10
R_s	1.53
R	4.15

Onuralp	
R_μ	2.72
Ω_0	1.32
R	3.59

3.87



Δ_d	0.09	m
V_d	6882.60	kN
Δ_y (bilineal 1)	0.12	m
V_y (bilineal 1)	10096.93	kN
Δ_y (bilineal 2)	0.10	m
V_y (bilineal 2)	8480.66	kN
Δ_{max}	0.45	m
V_u	11625.04	kN
V_e	38111.97	kN
μ (bilineal 1)	3.77	
μ (bilineal 2)	4.49	
T	1.68	s
T_c	0.65	s

28532.699
25839.5
38111.973


Mahmoudi	
R_μ	4.49
R_{sd}	1.23
R_{sim}	1.16
R_s	1.42
R	6.40

Abou-Elfath	
R_μ	3.77
R_s	1.47
R	5.54

Asgarian	
R_μ	3.77
R_{so}	1.47
$F1$	1.05
$F2$	1.10
R_s	1.69
R	6.40

Onuralp	
R_μ	3.77
Ω_0	1.47
R	5.54

5.97

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Analisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9.81
h _i (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
I	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _{a(T=1)}	0.568
S _{Ds} = 2.5AaFaI	0.825
Ts (s)	0.689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0.85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1.24

ANÁLISIS MODAL				
----------------	--	--	--	--

	1	4	7	10
MODO	1	2	3	4
T (s)	2.176	0.695	0.385	0.253

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
16	48	5580
15	45	7365
14	42	7365
13	39	7365
12	36	7365
11	33	7365
10	30	7365
9	27	7365
8	24	7365
7	21	7365
6	18	7365
5	15	7365
4	12	7365
3	9	7365
2	6	7365
1	3	7365


MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
16	1.00	1.00	1.00	1.00
15	0.98	0.88	0.71	0.48
14	0.96	0.70	0.31	-0.14
13	0.92	0.47	-0.14	-0.65
12	0.88	0.21	-0.54	-0.85
11	0.83	-0.08	-0.81	-0.64
10	0.77	-0.35	-0.87	-0.13
9	0.70	-0.59	-0.71	0.44
8	0.630	-0.78	-0.378	0.806
7	0.550	-0.89	0.053	0.798
6	0.465	-0.93	0.472	0.418
5	0.376	-0.87	0.775	-0.156
4	0.285	-0.74	0.889	-0.660
3	0.193	-0.55	0.791	-0.864
2	0.107	-0.32	0.521	-0.691
1	0.035	-0.11	0.189	-0.280

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODO	1	2	3	4
W (kN)	90853.3	11130.1	4737.1	2301.6
Γ	1.305	-0.472	0.320	-0.228
%Part. Masa	0.783	0.096	0.041	0.020

DUCTILIDAD EFECTIVA				
---------------------	--	--	--	--

	Φ ₁	Φ _m
μ _{máx.}	2.33	2.33
μ _D	1.7	1.0
μ _{MCE}	2.3	1.0
	✓	✓

PERIODO EFECTIVO	
	Φ ₁
T _{ID} (s)	2.79
T _{1MCE} (s)	3.32

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO INHERENTE		

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i , shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.

β_i	3%
-----------	----

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0.50
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODO	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	12%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	17%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODO	1	2	3	4
β_D	15%	3%	3%	3%
β_{MCE}	20%	3%	3%	3%
β_E	3%	3%	3%	3%
β_{V+1}	3%	3%	3%	3%


COMBINACIÓN
0.16
0.21
0.06
0.06

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0.8
5%	1.0
10%	1.2
20%	1.5
30%	1.8
40%	2.1
50%	2.4
60%	2.7
70%	3.0
80%	3.3
90%	3.6
100%	4.0
1000%	4.0

MODO	1	2	3	4
B_D	1.4	0.9	0.9	0.9
B_{MCE}	1.5	0.9	0.9	0.9
B_E	0.9	0.9	0.9	0.9
B_{V+1}	0.9	0.9	0.9	0.9

COMBINACIÓN
1.38
1.53
1.05
1.05

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio sin disipadores	2020
CORTANTE BASAL		

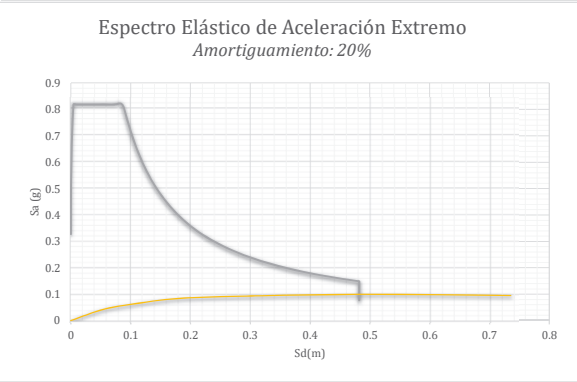
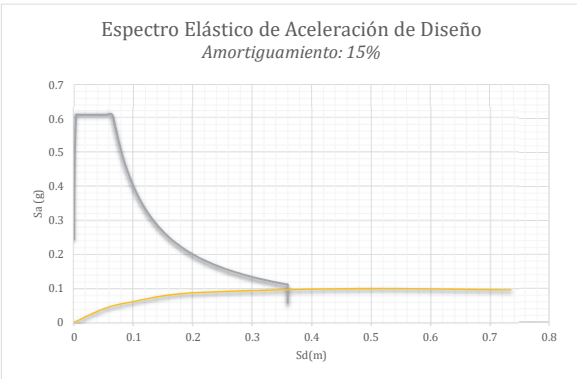
CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	116055
C _s	0.118
C _s máx.	0.037
C _s mín1.	0.036
C _s mín2.	0.041
C _d	0.037
V _s (kN)	4331


CORTANTE MÍN.	
B _{V+1}	0.9
V _{mín1} = V/B _{V+1}	4812.77
V _{mín2} = 0.75V	3248.62
V _{mín} = máx(V _{mín1} , V _{mín2}) (kN)	4812.77

MODO	1	2	3	4
C _s	0.05	0.30	0.31	0.31
V (kN)	4561	3370	1447	703

CORTANTE BASAL	
V (kN)	5895.00

Curva Capacidad- Estructura con Disipadores				
	D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0	0.0000	0.0	0.0000	0.000
1	0.0513	2921.2	0.0393	0.032
2	0.0828	4334.3	0.0635	0.048
3	0.1156	5209.2	0.0885	0.057
4	0.1482	6000.7	0.1136	0.066
5	0.1809	6750.7	0.1386	0.074
6	0.2154	7408.8	0.1650	0.082
7	0.2501	7800.6	0.1917	0.086
8	0.2866	8031.0	0.2196	0.088
9	0.3233	8213.5	0.2477	0.090
10	0.3592	8355.4	0.2752	0.092
11	0.3936	8481.4	0.3016	0.093
12	0.4315	8605.0	0.3306	0.095
13	0.4636	8701.8	0.3552	0.096
14	0.4999	8802.7	0.3830	0.097
15	0.5428	8896.1	0.4159	0.098
16	0.5765	8955.3	0.4417	0.099
17	0.6109	8995.6	0.4681	0.099
18	0.6349	9020.8	0.4865	0.099
19	0.6683	9042.8	0.5120	0.100
20	0.6782	9048.9	0.5196	0.100
21	0.6816	9049.6	0.5222	0.100
22	0.6854	9049.4	0.5252	0.100
23	0.6961	9047.7	0.5333	0.100
24	0.7567	8966.5	0.5797	0.099
25	0.7961	8906.9	0.6100	0.098
26	0.8576	8811.6	0.6571	0.097
27	0.9191	8711.9	0.7042	0.096
28	0.9597	8646.0	0.7353	0.095
29	0.9600	8646.5	0.7355	0.095



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
INFORMACIÓN INICIAL		

g (m/s)	9.81
h _i (m)	3
R	7
C _d	7
Ω	3
I	1

SISMO DE DISEÑO	
S _{D1} = S _{a(T=1)}	0.568
S _{Ds} = 2.5AaFaI	0.825
T _s (s)	0.689

MCE	
S _{M1} = 3/2 S _{D1}	0.85
S _{MS} = 3/2 S _{DS}	1.24

ANÁLISIS MODAL				
----------------	--	--	--	--

	1	4	7	10
MODOS	1	2	3	4
T (s)	1.821	0.575	0.314	0.212

INF. INICIAL		
Piso	h _i (m)	w _i (kN)
16	48	5580
15	45	7365
14	42	7365
13	39	7365
12	36	7365
11	33	7365
10	30	7365
9	27	7365
8	24	7365
7	21	7365
6	18	7365
5	15	7365
4	12	7365
3	9	7365
2	6	7365
1	3	7365

MODOS DE VIBRACIÓN				
Piso	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃	Φ ₄
16	1.00	1.00	1.00	1.00
15	0.97	0.85	0.70	0.47
14	0.93	0.66	0.29	-0.16
13	0.89	0.41	-0.17	-0.69
12	0.84	0.14	-0.58	-0.88
11	0.78	-0.14	-0.84	-0.66
10	0.71	-0.41	-0.88	-0.12
9	0.64	-0.64	-0.70	0.48
8	0.563	-0.80	-0.346	0.857
7	0.484	-0.90	0.092	0.841
6	0.402	-0.91	0.510	0.443
5	0.320	-0.85	0.809	-0.154
4	0.239	-0.72	0.921	-0.679
3	0.162	-0.54	0.826	-0.897
2	0.091	-0.33	0.560	-0.736
1	0.031	-0.12	0.215	-0.313

MASA SÍSMICA EFECTIVA / FACTOR DE PARTICIPACIÓN MODAL				
MODOS	1	2	3	4
W (kN)	88042.7	13913.7	5164.7	2375.0
Γ	1.357	-0.534	0.326	-0.223
%Part. Masa	0.759	0.120	0.045	0.020

109496.0
0.943484115

DUCTILIDAD EFECTIVA				
---------------------	--	--	--	--

	Φ ₁	Φ _m
μ _{máx.}	2.33	2.33
μ _D	1.7	1.0
μ _{MCE}	2.3	1.0




PERIODO EFECTIVO

	Φ ₁
T _{1D} (s)	2.34
T _{1MCE} (s)	2.78

AMORTIGUAMIENTO INHERENTE				
---------------------------	--	--	--	--

18.7.3.2.1 *Inherent Damping*. Inherent damping, β_i, shall be based on the material type, configuration, and behavior of the structure and nonstructural components responding dynamically at or just below yield of the seismic force-resisting system. Unless analysis or test data support other values, inherent damping shall be taken as not greater than 3% of critical for all modes of vibration.


β _i	3%
----------------	----

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
AMORTIGUAMIENTO VISCOSO		

T (s)	1.82	0.58	0.31	0.21
Sa (g)	0.296	0.825	0.825	0.825
Sd (m)	0.246	0.068	0.020	0.009

DESPLAZAMIENTOS (m)				
Piso	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
16	0.246	0.068	0.020	0.009
15	0.239	0.058	0.014	0.004
14	0.230	0.044	0.006	-0.002
13	0.219	0.028	-0.004	-0.006
12	0.206	0.009	-0.012	-0.008
11	0.191	-0.010	-0.017	-0.006
10	0.175	-0.028	-0.018	-0.001
9	0.157	-0.043	-0.014	0.004
8	0.138	-0.054	-0.007	0.008
7	0.119	-0.061	0.002	0.008
6	0.099	-0.062	0.010	0.004
5	0.079	-0.058	0.016	-0.001
4	0.059	-0.049	0.019	-0.006
3	0.040	-0.037	0.017	-0.008
2	0.022	-0.022	0.011	-0.007
1	0.008	-0.008	0.004	-0.003

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS-Normalizado (1/DespP16)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
16	0.0294	0.1462	0.3021	0.5282
15	0.0369	0.1979	0.4119	0.6361
14	0.0447	0.2445	0.4606	0.5272
13	0.0523	0.2741	0.4070	0.1931
12	0.0596	0.2818	0.2566	-0.2260
11	0.0662	0.2652	0.0431	-0.5383
10	0.0718	0.2258	-0.1799	-0.5985
9	0.0763	0.1670	-0.3555	-0.3792
8	0.0793	0.0942	-0.4378	0.0159
7	0.0814	0.0156	-0.4176	0.3983
6	0.0823	-0.0621	-0.2992	0.5975
5	0.0811	-0.1304	-0.1120	0.5249
4	0.0767	-0.1799	0.0946	0.2176
3	0.0710	-0.2120	0.2665	-0.1612
2	0.0601	-0.2094	0.3444	-0.4223
1	0.0310	-0.1183	0.2152	-0.3133
16	0.0294	0.1462	0.3021	0.5282
15	0.0369	0.1979	0.4119	0.6361
14	0.0447	0.2445	0.4606	0.5272
13	0.0523	0.2741	0.4070	0.1931
12	0.0596	0.2818	0.2566	-0.2260
11	0.0662	0.2652	0.0431	-0.5383
10	0.0718	0.2258	-0.1799	-0.5985
9	0.0763	0.1670	-0.3555	-0.3792
8	0.0793	0.0942	-0.4378	0.0159
7	0.0814	0.0156	-0.4176	0.3983
6	0.0823	-0.0621	-0.2992	0.5975
5	0.0811	-0.1304	-0.1120	0.5249
4	0.0767	-0.1799	0.0946	0.2176
3	0.0710	-0.2120	0.2665	-0.1612
2	0.0601	-0.2094	0.3444	-0.4223
1	0.0310	-0.1183	0.2152	-0.3133


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020

DESPLAZAMIENTOS RIOSTRAS (m)				
Piso	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
16	0.0093	0.0127	0.0078	0.0062
15	0.0116	0.0172	0.0106	0.0075
14	0.0141	0.0212	0.0119	0.0062
13	0.0165	0.0238	0.0105	0.0023
12	0.0188	0.0244	0.0066	-0.0027
11	0.0208	0.0230	0.0011	-0.0063
10	0.0226	0.0196	-0.0046	-0.0070
9	0.0240	0.0145	-0.0092	-0.0045
8	0.0250	0.0082	-0.0113	0.0002
7	0.0256	0.0014	-0.0108	0.0047
6	0.0259	-0.0054	-0.0077	0.0070
5	0.0255	-0.0113	-0.0029	0.0062
4	0.0241	-0.0156	0.0024	0.0026
3	0.0224	-0.0184	0.0069	-0.0019
2	0.0189	-0.0182	0.0089	-0.0050
1	0.0098	-0.0103	0.0056	-0.0037

FUERZAS EN RIOSTRAS (kN)				
Piso	V_1	V_2	V_3	V_4
16	603.5	620.2	596.5	588.7
15	615.0	641.9	610.3	594.9
14	626.9	661.6	616.4	588.7
13	638.6	674.0	609.7	550.5
12	647.7	674.5	590.1	-629.6
11	657.5	667.7	264.6	-1499.6
10	665.9	651.5	-1103.1	-1667.2
9	672.7	627.3	-2180.0	-1056.2
8	804.6	714.2	-3043.2	50.4
7	808.2	364.4	-2903.2	695.5
6	809.6	-1447.7	-2080.0	708.1
5	807.6	-3041.6	-778.3	703.5
4	909.4	-5317.4	761.5	762.2
3	897.2	-6266.1	791.8	-645.3
2	873.8	-6189.1	805.5	-1690.2
1	811.3	-3495.0	782.7	-1254.0
0				

FUERZA DE LA ESTRUCTURA (kN)				
Piso	FI_1	FI_2	FI_3	FI_4
16	1654	4604	4604	4604
15	2120	5188	4241	2867
14	2039	3986	1738	-998
13	1941	2500	-1061	-4202
12	1827	835	-3533	-5375
11	1697	-877	-5092	-4001
10	1552	-2488	-5354	-731
9	1396	-3860	-4261	2906
8	1229	-4875	-2102	5209
7	1056	-5447	558	5113
6	878	-5542	3096	2692
5	698	-5165	4914	-938
4	521	-4372	5594	-4127
3	354	-3279	5020	-5450
2	199	-1991	3400	-4470
1	68	-719	1308	-1904

TRABAJO DE LA ESTRUCTURA (kN*m)				
Piso	W_1	W_2	W_3	W_4
16	203.4	155.8	46.5	21.1
15	252.9	149.9	29.9	6.2
14	234.1	88.5	5.0	0.8
13	212.2	34.8	1.9	13.3
12	188.0	3.9	20.7	21.8
11	162.1	4.3	43.1	12.1
10	135.7	34.5	47.6	0.4
9	109.7	83.0	30.2	6.4
8	85.0	132.4	7.3	20.5
7	62.8	165.3	0.5	19.7
6	43.4	171.1	15.9	5.5
5	27.5	148.6	40.1	0.7
4	15.3	106.5	52.0	12.9
3	7.1	59.9	41.8	22.4
2	2.2	22.1	19.2	15.1
1	0.3	2.9	2.8	2.7

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020

TRABAJO DE LA RIOSTRA (kN*m)				
Piso	FD ₁	FD ₂	FD ₃	FD ₄
16	32.4	49.2	25.5	17.9
15	43.9	71.8	39.2	23.9
14	56.1	92.8	45.4	17.8
13	68.3	106.6	38.6	5.0
12	79.7	109.6	19.6	6.7
11	90.6	101.9	1.2	37.9
10	99.9	83.9	20.5	46.9
9	107.6	57.8	80.1	18.8
8	133.5	31.4	137.7	0.0
7	137.8	2.0	125.3	11.8
6	139.5	31.2	64.3	24.9
5	137.1	137.6	9.0	20.1
4	146.4	331.8	1.3	2.0
3	133.4	460.7	28.9	4.9
2	109.1	449.4	41.8	33.5
1	47.3	143.3	20.6	18.5

TRABAJO DEL DISIPADOR (kN*m)				
Piso	WD ₁	WD ₂	WD ₃	WD ₄
16	32.416	49.168	25.479	17.865
15	43.931	71.780	39.176	23.861
14	56.101	92.843	45.350	17.807
13	68.281	106.569	38.557	4.992
12	79.710	109.647	19.621	6.683
11	90.559	101.915	1.180	37.907
10	99.938	83.915	20.513	46.854
9	107.551	57.819	80.110	18.806
8	133.464	31.444	137.719	0.038
7	137.839	1.975	125.342	11.772
6	139.537	31.169	64.337	24.898
5	137.132	137.574	9.009	20.085
4	146.370	331.761	1.307	1.983
3	133.408	460.696	28.916	4.887
2	109.081	449.447	41.775	33.520
1	47.304	143.325	20.569	18.451

AMORTIGUAMIENTO VISCOSO				
MODOS	1	2	3	4
β_v	7.14%	13.20%	13.75%	12.74%

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO

q_H	0.50
-------	------

AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO				
MODOS	1	2	3	4
$\beta_{H,D}$	12%	0%	0%	0%
$\beta_{H,MCE}$	17%	0%	0%	0%

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE DISEÑO				
MODOS	1	2	3	4
β_D	24%	16%	17%	16%
β_{MCE}	31%	16%	17%	16%
β_E	12%	16%	17%	16%
β_{V+1}	10%	16%	17%	16%

COMBINACIÓN
0.37
0.42
0.31
0.30


Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO		

TABLA 18.7-1 (ASCE 06-17)	
β	B
1%	0.8
5%	1.0
10%	1.2
20%	1.5
30%	1.8
40%	2.1
50%	2.4
60%	2.7
70%	3.0
80%	3.3
90%	3.6
100%	4.0
1000%	4.0

MODO	1	2	3	4
B_D	1.6	1.4	1.4	1.4
B_{MCE}	1.8	1.4	1.4	1.4
B_E	1.3	1.4	1.4	1.4
B_{V+1}	1.2	1.4	1.4	1.4

COMBINACIÓN
2.01
2.16
1.82
1.80


CORTANTE BASAL

CORTANTE EN LA BASE - FHE	
W (kN)	116055
C_s	0.118
$C_{s,max}$	0.042
$C_{s,min1}$	0.036
$C_{s,min2}$	0.041
C_s	0.042
V_s (kN)	4916

CORTANTE MÍN.	
B_{V+1}	1.2
$V_{min1} = V/B_{V+1}$	4082.08
$V_{min2} = 0.75V$	3686.78
$V_{min} = \max(V_{min1}, V_{min2})$ (kN)	4082.08

MODO	1	2	3	4
C_s	0.06	0.20	0.20	0.20
V (kN)	5353	2761	1013	476


CORTANTE BASAL	
V (kN)	6125.84

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
FUERZAS LATERALES POR PISO		

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO POR MODO (kN)				
Piso	F _{D1}	F _{D2}	F _{D3}	F _{D4}
16	461	-591	357	-249
15	590	-666	329	-155
14	568	-512	135	54
13	540	-321	-82	227
12	509	-107	-274	291
11	472	113	-395	216
10	432	319	-415	39
9	388	496	-330	-157
8	342	626	-163	-282
7	294	699	43	-276
6	244	712	240	-146
5	194	663	381	51
4	145	561	433	223
3	99	421	389	295
2	55	256	263	242
1	19	92	101	103

CORTANTES DE DISEÑO DE PISO POR MODO (kN)				
Piso	V _{D1}	V _{D2}	V _{D3}	V _{D4}
16	461	-591	357	-249
15	1051	-1257	685	-404
14	1618	-1769	820	-350
13	2158	-2090	738	-123
12	2667	-2197	464	168
11	3139	-2084	69	384
10	3572	-1765	-345	424
9	3960	-1269	-676	267
8	4302	-643	-839	-15
7	4596	56	-795	-291
6	4840	767	-555	-437
5	5035	1431	-175	-386
4	5180	1992	259	-163
3	5279	2413	648	131
2	5334	2669	911	373
1	5353	2761	1013	476

FUERZAS LATERALES DE DISEÑO (kN)		
Piso	V _D	F _D
16	866	866
15	1821	955
14	2558	1603
13	3096	1493
12	3491	1997
11	3789	1791
10	4021	2230
9	4222	1992
8	4430	2439
7	4674	2235
6	4952	2716
5	5251	2535
4	5558	3023
3	5841	2818
2	6045	3227
1	6126	2899

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
SISMO DE DISEÑO		

MODOS	1	2	3	4
D _{1D} (m)	0.276	-	-	-
D _{mD} (m)	-	-0.026	0.005	-0.001

D _y (m)	0.204
μ _D	1.4




COMPORTAMIENTO DEL PISO

DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					
Piso	D _{D1}	D _{D2}	D _{D3}	D _{D4}	D _D
16	0.276	-0.026	0.005	-0.001	0.277
15	0.268	-0.022	0.003	-0.001	0.269
14	0.258	-0.017	0.001	0.000	0.258
13	0.245	-0.011	-0.001	0.001	0.246
12	0.231	-0.004	-0.003	0.001	0.231
11	0.215	0.004	-0.004	0.001	0.215
10	0.196	0.011	-0.004	0.000	0.197
9	0.176	0.017	-0.003	-0.001	0.177
8	0.155	0.021	-0.002	-0.001	0.157
7	0.133	0.023	0.000	-0.001	0.136
6	0.111	0.024	0.002	-0.001	0.114
5	0.088	0.022	0.004	0.000	0.091
4	0.066	0.019	0.004	0.001	0.069
3	0.045	0.014	0.004	0.001	0.047
2	0.025	0.009	0.003	0.001	0.027
1	0.009	0.003	0.001	0.000	0.009

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

SISMO DE DISEÑO				
Piso	DERIVA (m)		FUERZA (kN)	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
16	0.0084	0.0108	611	OK
15	0.0106	0.0135	624	OK
14	0.0127	0.0162	637	OK
13	0.0146	0.0187	650	OK
12	0.0164	0.0210	658	OK
11	0.0180	0.0231	668	OK
10	0.0194	0.0248	676	OK
9	0.0205	0.0262	683	OK
8	0.0213	0.0272	817	OK
7	0.0220	0.0281	822	OK
6	0.0224	0.0287	825	OK
5	0.0224	0.0287	825	OK
4	0.0216	0.0277	933	OK
3	0.0204	0.0261	923	OK
2	0.0175	0.0225	898	OK
1	0.0092	0.0117	825	OK

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020
SISMO MCE		

MODOS	1	2	3	4
D _{1MCE} (m)	0.435	-	-	-
D _{mMCE} (m)	-	-0.039	0.007	-0.002

D _y (m)	0.204
μ _{MCE}	2.1




COMPORTAMIENTO DEL PISO

DESPLAZAMIENTOS DEL PISO (m)					
Piso	D _{MCE1}	D _{MCE2}	D _{MCE3}	D _{MCE4}	D _{MCE}
16	0.435	-0.039	0.007	-0.002	0.437
15	0.422	-0.033	0.005	-0.001	0.423
14	0.406	-0.026	0.002	0.000	0.407
13	0.386	-0.016	-0.001	0.002	0.387
12	0.364	-0.005	-0.004	0.002	0.364
11	0.338	0.006	-0.006	0.001	0.338
10	0.309	0.016	-0.006	0.000	0.310
9	0.278	0.025	-0.005	-0.001	0.279
8	0.245	0.031	-0.002	-0.002	0.247
7	0.210	0.035	0.001	-0.002	0.213
6	0.175	0.036	0.004	-0.001	0.178
5	0.139	0.033	0.006	0.000	0.143
4	0.104	0.028	0.006	0.002	0.108
3	0.070	0.021	0.006	0.002	0.074
2	0.040	0.013	0.004	0.002	0.042
1	0.013	0.005	0.002	0.001	0.014

COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR

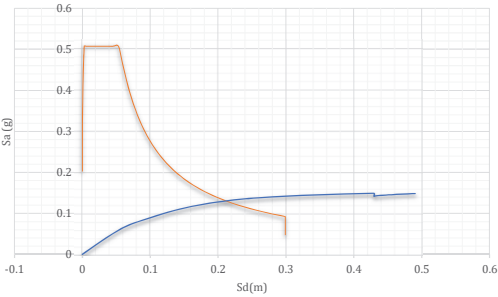
SISMO MCE				
Piso	DERIVA		FUERZA	Revisión
	Δ de Piso	Δ del BRB	F del BRB	
16	0.0132	0.0170	641	OK
15	0.0166	0.0212	662	OK
14	0.0199	0.0255	682	OK
13	0.0230	0.0295	702	OK
12	0.0259	0.0331	716	OK
11	0.0284	0.0364	731	OK
10	0.0305	0.0391	744	OK
9	0.0323	0.0414	755	OK
8	0.0336	0.0430	902	OK
7	0.0347	0.0444	909	OK
6	0.0354	0.0453	914	OK
5	0.0353	0.0452	914	OK
4	0.0339	0.0435	1041	OK
3	0.0320	0.0410	1024	OK
2	0.0275	0.0352	985	OK
1	0.0143	0.0184	870	OK

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020

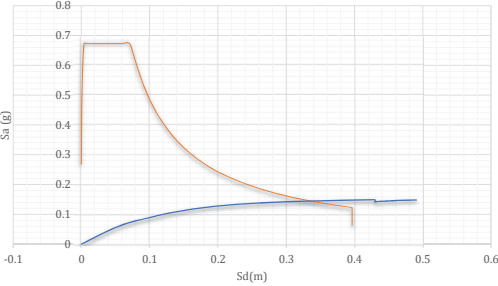
Curva Capacidad- Estructura con Disipadores

D [m]	V[kN]	Sd [m]	Sa[g]
0.0000	0.0	0.0000	0.000
0.0532	3917.1	0.0392	0.044
0.0856	5921.6	0.0631	0.067
0.1193	7274.5	0.0879	0.083
0.1535	8457.2	0.1131	0.096
0.1862	9481.8	0.1372	0.108
0.2198	10329.8	0.1619	0.117
0.2541	10969.0	0.1872	0.125
0.2890	11496.3	0.2129	0.131
0.3227	11893.2	0.2377	0.135
0.3627	12223.4	0.2672	0.139
0.3973	12435.0	0.2927	0.141
0.4340	12623.0	0.3197	0.143
0.4682	12769.3	0.3449	0.145
0.5004	12881.6	0.3686	0.146
0.5454	13003.6	0.4018	0.148
0.5832	13088.3	0.4296	0.149
0.5832	12481.2	0.4296	0.142
0.5863	12536.2	0.4319	0.142
0.5944	12630.3	0.4379	0.143
0.6343	12904.0	0.4673	0.147
0.6659	13041.0	0.4906	0.148

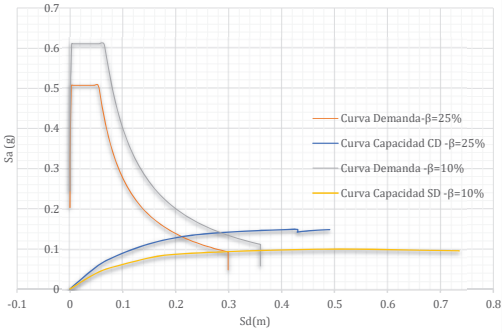
Espectro Elástico de Aceleración de Diseño
Amortiguamiento: 24%



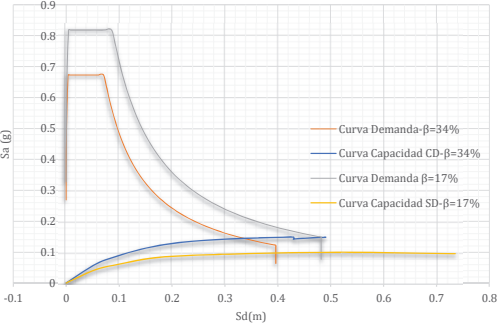
Espectro Elástico de Aceleración Extremo
Amortiguamiento: 31%




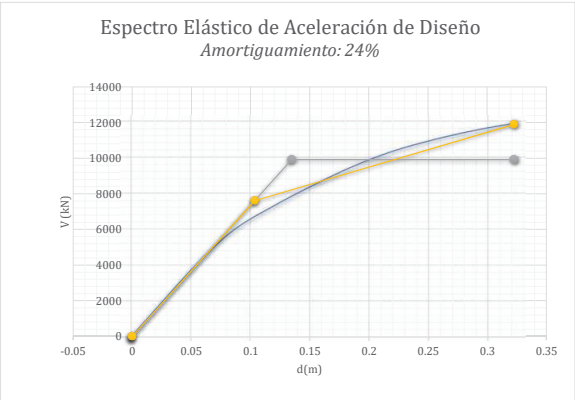
Espectro de demanda vs Espectro de capacidad
para Aceleración de Diseño en Y
Amortiguamiento: 24% vs 15%



Espectro de demanda vs Espectro de capacidad
para Aceleración Extremo en Y
Amortiguamiento: 31% vs 20%



Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.2	Análisis de disipadores de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 - Edificio de 16 pisos Análisis modal espectral en Y - edificio con disipadores	2020



Δ_d	0.09	m
V_d	6093.11	kN
Δ_y (bilineal 1)	0.13	m
V_y (bilineal 1)	9918.98	kN
Δ_y (bilineal 2)	0.10	m
V_y (bilineal 2)	7615.63	kN
Δ_{max}	0.32	m
V_u	11893.24	kN
V_e	23737.19	kN
μ (bilineal 1)	2.39	
μ (bilineal 2)	3.12	
T	1.82	s
T_c	0.65	s

21167.29365
19300.5501
23737.18768

Mahmoudi

R_μ	3.12
R_{sa}	1.25
R_{sm}	1.16
R_s	1.44
R	4.50

Abou-Elfath

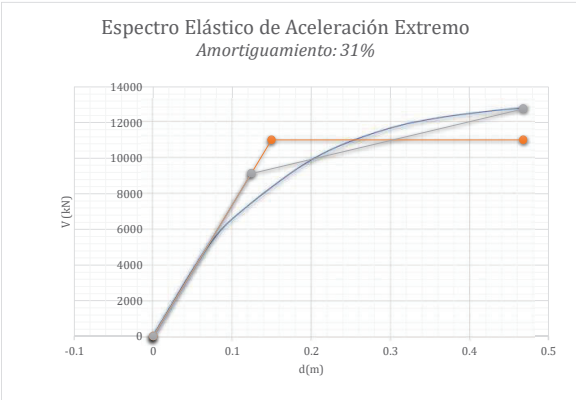
R_μ	2.39
R_s	1.95
R	4.67
R	3.90

Asgarian

R_μ	2.39
R_{so}	1.63
F_1	1.05
F_2	1.10
R_s	1.88
R	4.50
R	3.90

Onuralp

R_μ	2.39
R_{so}	1.63
R	3.90



Δ_d	0.09	m
V_d	6093.11	kN
Δ_y (bilineal 1)	0.15	m
V_y (bilineal 1)	11023.40	kN
Δ_y (bilineal 2)	0.12	m
V_y (bilineal 2)	9136.87	kN
Δ_{max}	0.47	m
V_u	12769.31	kN
V_e	34447.81	kN
μ (bilineal 1)	3.12	
μ (bilineal 2)	3.77	
T	1.82	s
T_c	0.65	s

28062.55
25257.644
34447.813

Mahmoudi

R_μ	3.77
R_{sa}	1.50
R_{sm}	1.16
R_s	1.73
R	6.53

Abou-Elfath

R_μ	3.12
R_s	2.10
R	6.55
R	5.65

Asgarian

R_μ	3.12
R_{so}	1.81
F_1	1.05
F_2	1.10
R_s	2.09
R	6.53
R	5.65

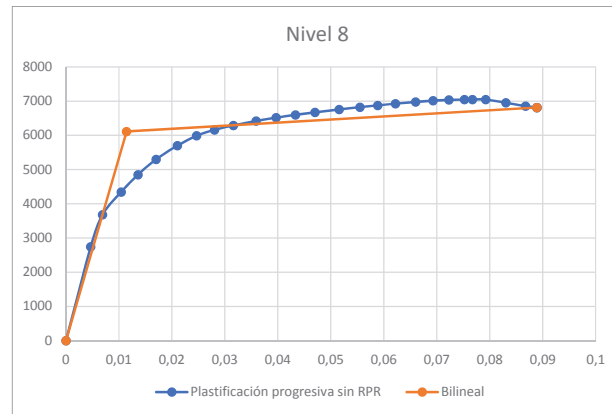
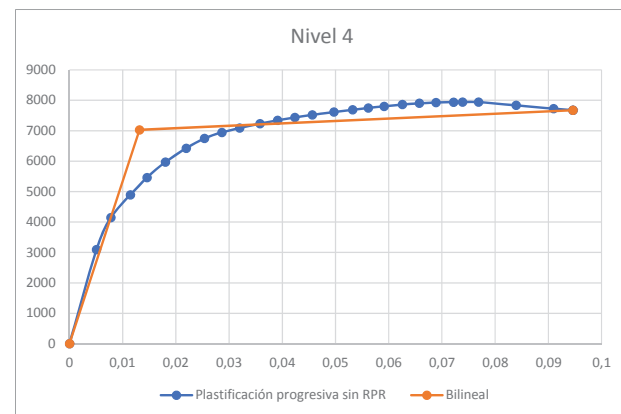
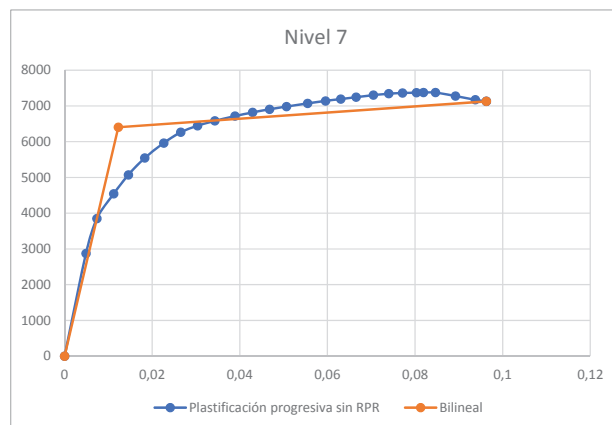
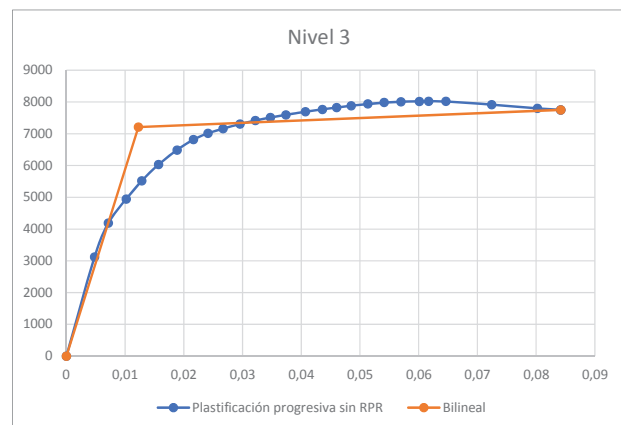
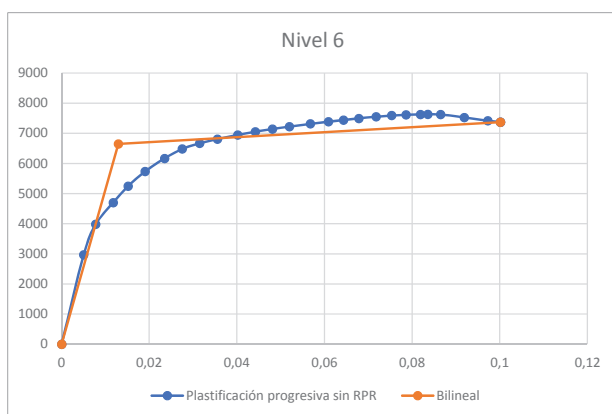
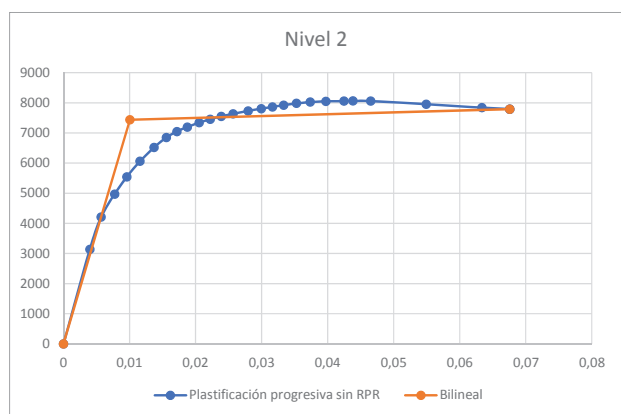
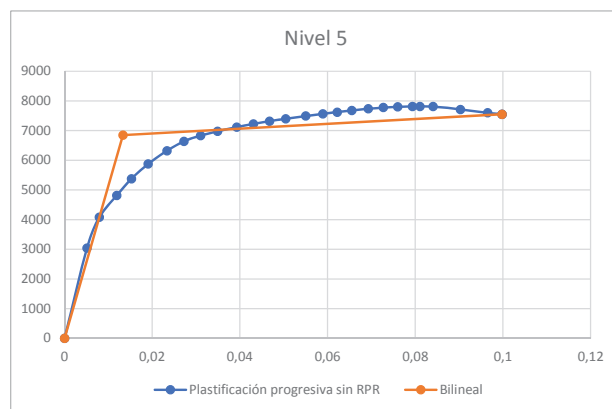
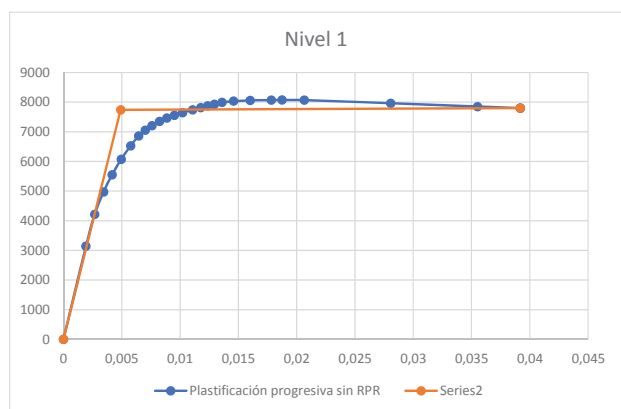
Onuralp

R_μ	3.12
R_{so}	1.81
R	5.65

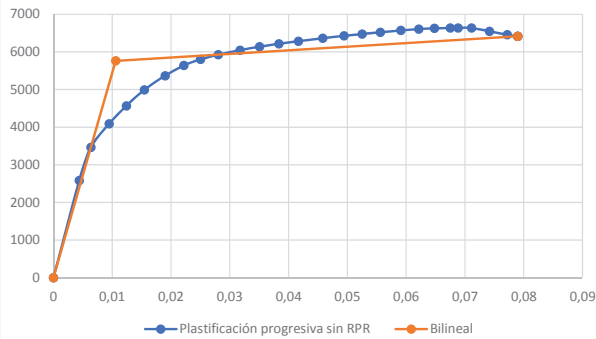
4.39

6.32

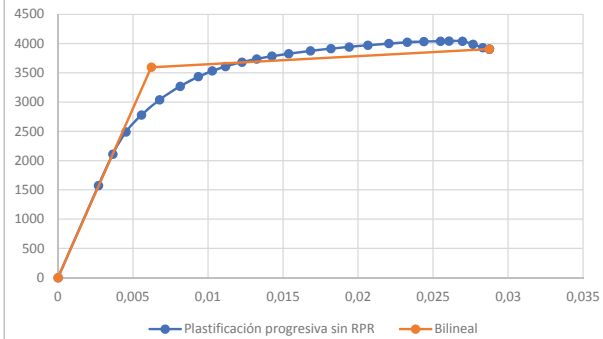
[illegible]



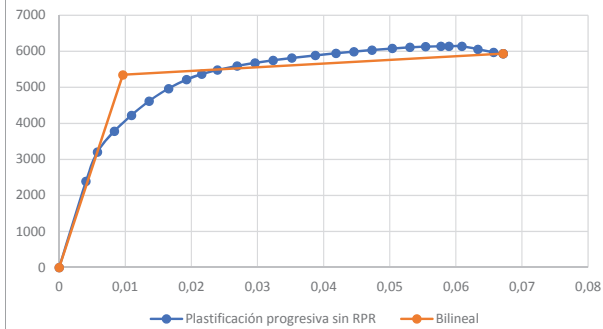
Nivel 9



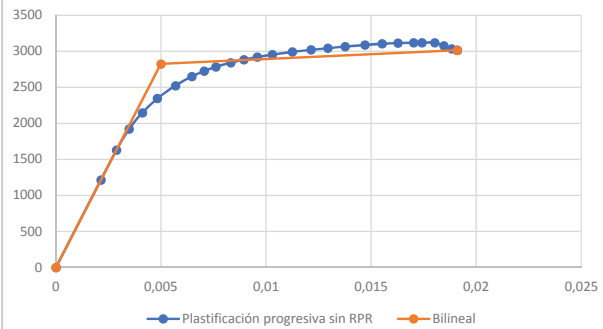
Nivel 13



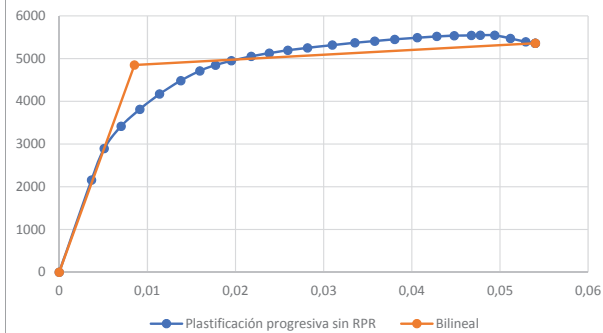
Nivel 10



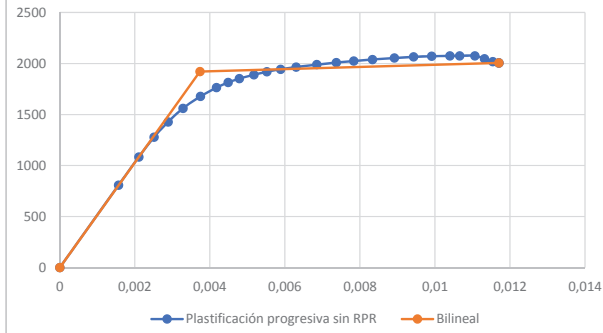
Nivel 14



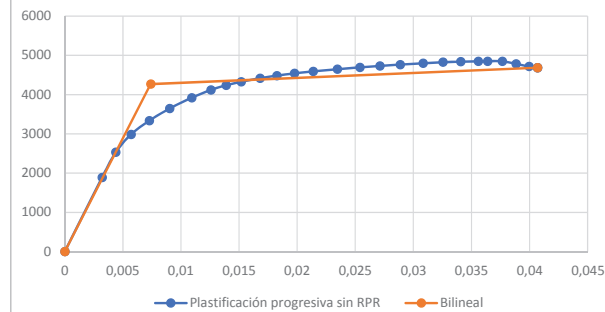
Nivel 11



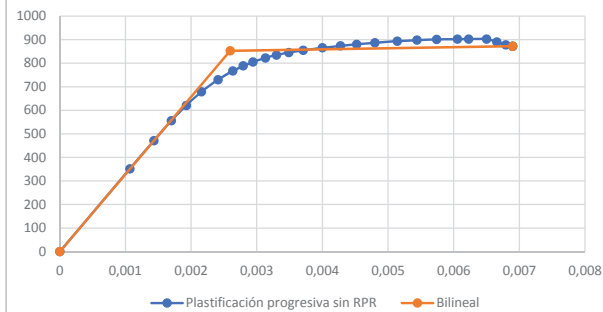
Nivel 15

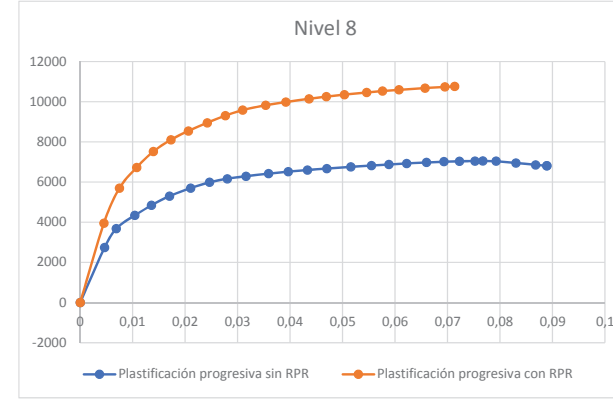
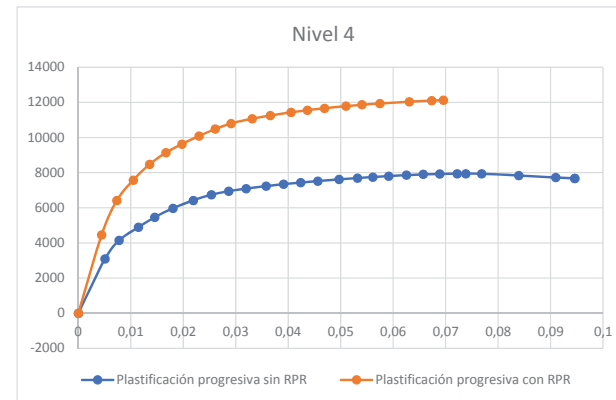
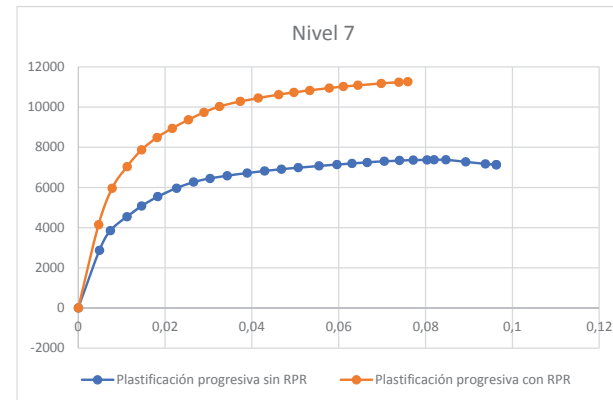
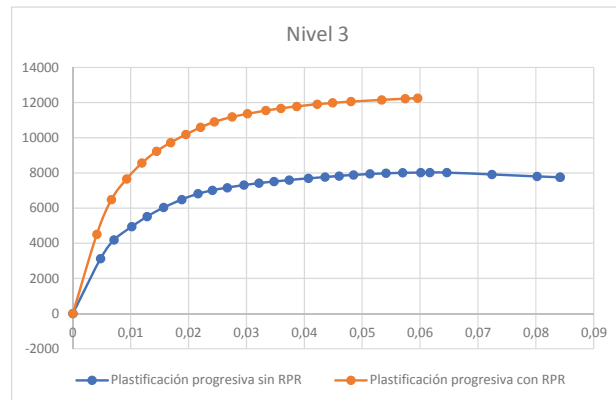
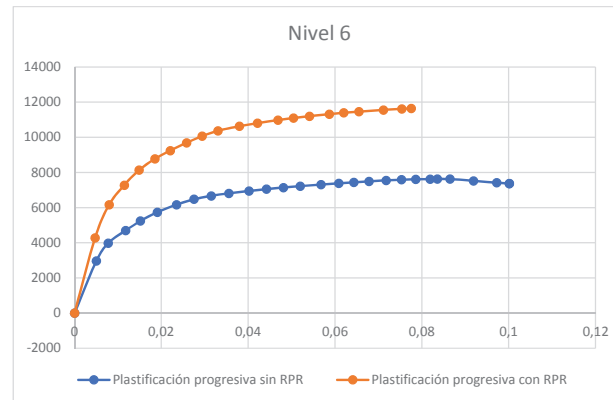
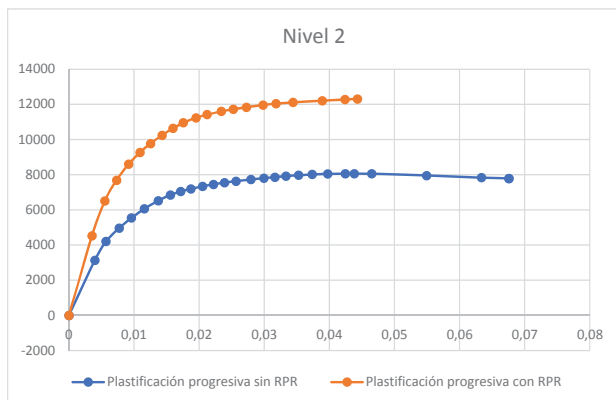
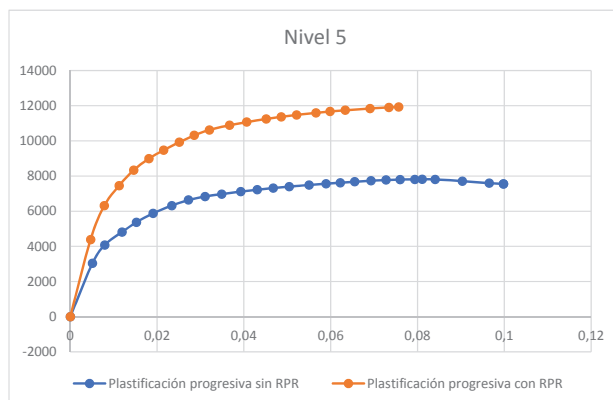
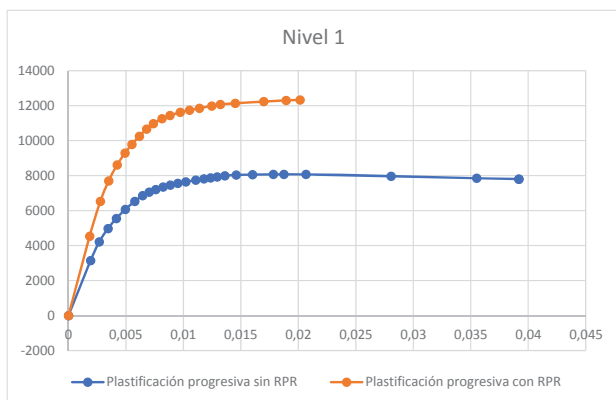


Nivel 12

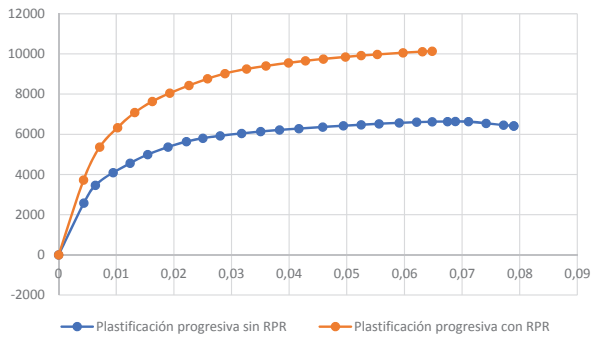


Nivel 16

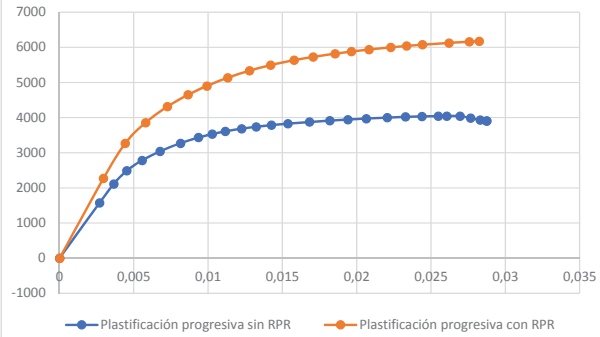




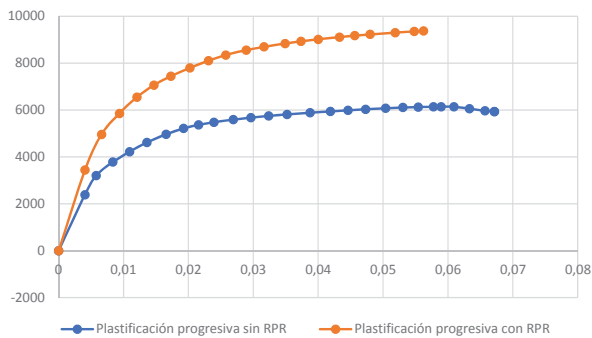
Nivel 9



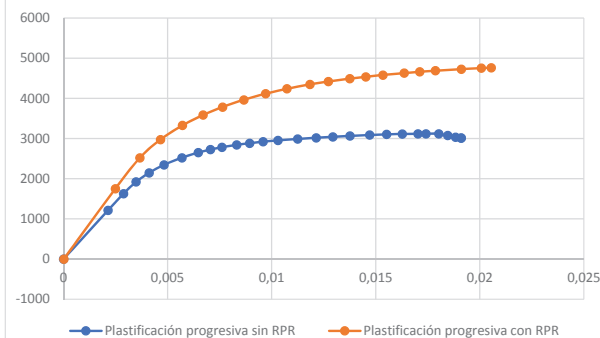
Nivel 13



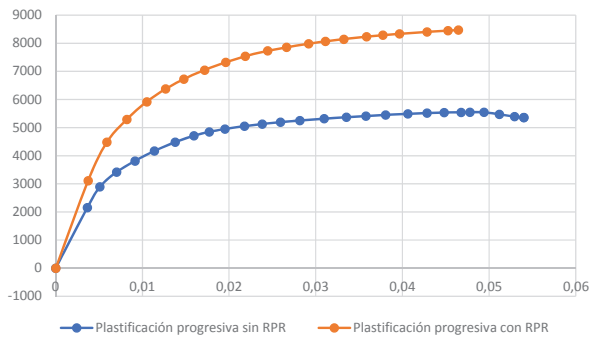
P10



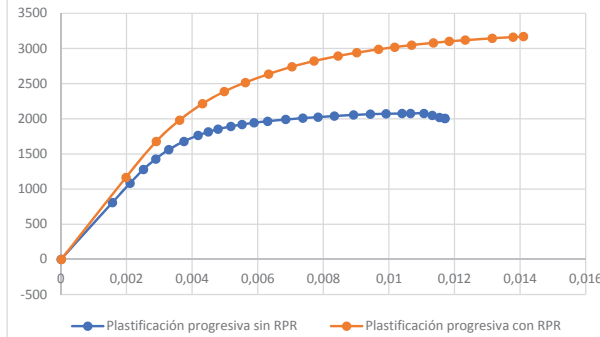
Nivel 14



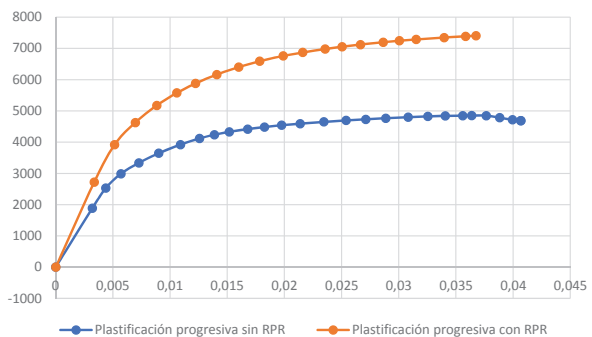
P11



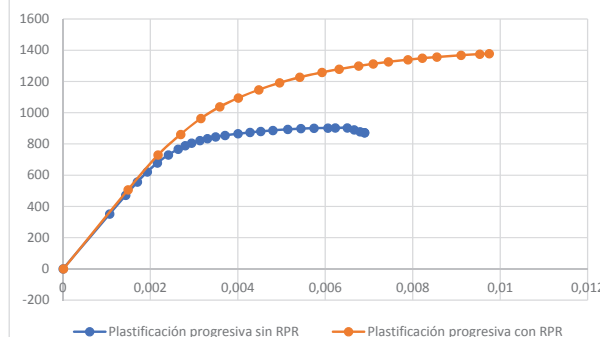
Nivel 15




Nivel 12

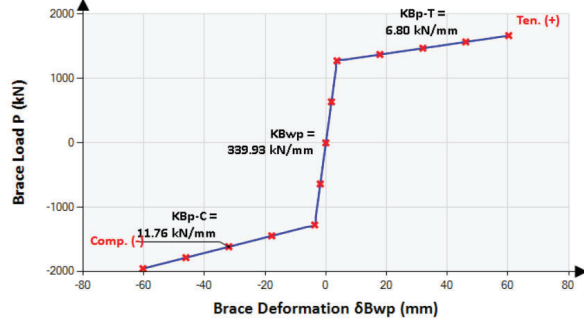


Nivel 16



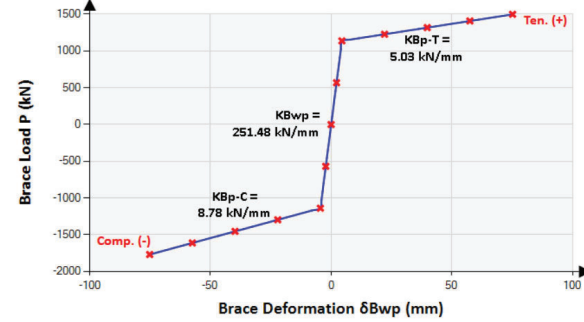
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta													 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA			
ANEXO 4.3		Aplicación metodología de Oviedo para definición de disipadores en X											2020			
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
Δ_{rc} [m]	0,0019	0,0040	0,0048	0,0051	0,0051	0,0050	0,0049	0,0047	0,0044	0,0041	0,0037	0,0032	0,0027	0,0021	0,0016	0,0011
Q_{rc} [kN]	3142,9	3138,0	3122,4	3091,6	3041,7	2969,2	2870,9	2743,6	2584,3	2390,4	2159,0	1887,5	1573,4	1214,3	807,7	351,4
K_{rc} [kN/m]	1633946	787452	652123	610378	595594	590483	588993	589035	589561	590033	590082	588738	583836	568103	516048	329372
Δ_{rv} [m]	0,0049	0,0101	0,0123	0,0132	0,0133	0,0129	0,0123	0,0114	0,0106	0,0096	0,0085	0,0074	0,0062	0,0050	0,0037	0,0026
Q_{rv} [kN]	7742,8	7435,3	7210,3	7029,2	6849,3	6646,4	6404,9	6113,8	5764,4	5346,1	4849,6	4268,4	3596,5	2824,6	1921,6	852,8
K_{eq} [kN/m]	1578933	739387	588401	534011	514968	513659	522210	534985	544743	554847	568504	577524	578415	565467	514543	328626
α (Q_{rc}/Q_{rv})	0,406	0,422	0,433	0,440	0,444	0,447	0,448	0,449	0,448	0,447	0,445	0,442	0,437	0,430	0,420	0,412
	v	0,3	β	0,54	β	0,35										
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16
Δ_{ov} [mm]	1,4711	3,0168	3,6762	3,9489	3,9901	3,8818	3,6795	3,4284	3,1746	2,8906	2,5591	2,2173	1,8654	1,4986	1,1203	0,7785
Q_{ov} [kN]	4169,2	4003,6	3882,5	3784,9	3688,1	3578,8	3448,8	3292,0	3103,9	2878,7	2611,3	2298,4	1936,6	1520,9	1034,7	459,2
K_v [kN/m]	2833982,1	1327105,6	1056104,4	958481,3	924301,4	921952,0	937299,7	960229,3	977744,2	995880,0	1020391,4	1036580,9	1038180,2	1014941,2	923538,5	589841,9
H	3,00	B	3,75	Lb	4,80	θ	0,67	n	4	Riostros						
	Lbp															
L_{bp} [m]	2,000	2,000	2,000	2,000	2,500	2,500	2,500	2,500	1,700	1,700	1,700	1,700	0,900	0,900	0,900	0,900
A_{bp} [mm ²]	3700,0	3700,0	3700,0	3700,0	3300,0	3300,0	3300,0	3300,0	2500,0	2500,0	2500,0	2500,0	1400,0	1400,0	1400,0	1400,0
K_{bpi} [kN/m]	370000	370000	370000	370000	264000	264000	264000	264000	294117,6471	294117,6471	294117,647	294117,647	311111,111	311111,111	311111,111	311111,111
T_v [kN]	1275,5	1275,5	1275,5	1275,5	1137,6	1137,6	1137,6	1137,6	861,8	861,8	861,8	861,8	482,6	482,6	482,6	482,6
Δ_{bp} [mm]	3,447379	3,447379	3,447379	3,447379	4,30922375	4,30922375	4,30922375	4,30922375	2,93027215	2,93027215	2,93027215	2,93027215	1,55132055	1,55132055	1,55132055	1,55132055
Ratio	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
K_{bpf} [kN/m]	7400	7400	7400	7400	5280	5280	5280	5280	5882,352941	5882,352941	5882,35294	5882,35294	6222,22222	6222,22222	6222,22222	6222,22222
Tmax	1683,699904	1683,699904	1683,699904	1683,699904	1501,678292	1501,678292	1501,678292	1501,678292	1137,63507	1137,63507	1137,63507	1137,63507	637,075639	637,075639	637,075639	637,075639
Δ_{bp} [mm]	58,605443	58,605443	58,605443	58,605443	73,25680375	73,25680375	73,25680375	73,25680375	49,81462655	49,81462655	49,8146266	49,8146266	26,3724494	26,3724494	26,3724494	26,3724494
$Q_{ov\ ovi}$ [kN]	3984,087088	3984,087088	3984,087088	3984,087088	3553,374971	3553,374971	3553,374971	3553,374971	2691,950735	2691,950735	2691,95074	2691,95074	1507,49241	1507,49241	1507,49241	1507,49241
	Lbe															
L_{be} [m]	1,401	1,401	1,401	1,401	1,151	1,151	1,151	1,151	1,551	1,551	1,551	1,551	1,951	1,951	1,951	1,951
A_b [mm ²]	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0
K_{bi} [kN/m]	5424032,331	5424032,331	5424032,331	5424032,331	6601969,743	6601969,743	6601969,743	6601969,743	4899522,434	4899522,434	4899522,43	4899522,43	3895095,67	3895095,67	3895095,67	3895095,67
T_v [kN]	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Δ_b [mm]	2,415184756	2,415184756	2,415184756	2,415184756	1,984262381	1,984262381	1,984262381	1,984262381	2,673738181	2,673738181	2,67373818	2,67373818	3,36321398	3,36321398	3,36321398	3,36321398
Δ_b en T_{btp} [mm]	0,235162726	0,235162726	0,235162726	0,235162726	0,172317523	0,172317523	0,172317523	0,172317523	0,175903828	0,175903828	0,17590383	0,17590383	0,12390788	0,12390788	0,12390788	0,12390788
	0,480890977	0,986144587	1,20168469	1,290818296	1,097980561	1,068168584	1,012507892	0,943405977	1,238668857	1,127867886	0,99853414	0,86515563	1,32777046	1,06666951	0,79746259	0,55413519
	Lbeq															
K_{beqi} [kN/m]	325581,0247	325581,0247	325581,0247	325581,0247	244449,8469	244449,8469	244449,8469	244449,8469	262591,0402	262591,0402	262591,04	262591,04	268258,194	268258,194	268258,194	268258,194
Δ_{bei} [mm]	3,917704452	3,917704452	3,917704452	3,917704452	4,653858795	4,653858795	4,653858795	4,653858795	3,282079805	3,282079805	3,28207981	3,28207981	1,79913632	1,79913632	1,79913632	1,79913632
K_{beqf} [kN/m]	7379,863325	7379,863325	7379,863325	7379,863325	5271,568008	5271,568008	5271,568008	5271,568008	5868,262103	5868,262103	5868,2621	5868,2621	6202,40615	6202,40615	6202,40615	6202,40615
Δ_{bef} [mm]	59,2262726	59,2262726	59,2262726	59,2262726	73,71172201	73,71172201	73,71172201	73,71172201	50,27901266	50,27901266	50,2790127	50,2790127	26,6995662	26,6995662	26,6995662	26,6995662
	MENOR	MENOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR
K_{si} [kN/m]	1302324,10	1302324,10	1302324,10	1302324,10	977799,39	977799,39	977799,39	977799,39	1050364,16	1050364,16	1050364,16	1050364,16	1073032,78	1073032,78	1073032,78	1073032,78
K_{sf} [kN/m]	29519,5	29519,5	29519,5	29519,5	21086,3	21086,3	21086,3	21086,3	23473,0	23473,0	23473,0	23473,0	24809,6	24809,6	24809,6	24809,6
Δ [mm]	3,0592	3,0592	3,0592	3,0592	3,6341	3,6341	3,6341	3,6341	2,5629	2,5629	2,5629	2,5629	1,4049	1,4049	1,4049	1,4049

NIVELES 1 A 4



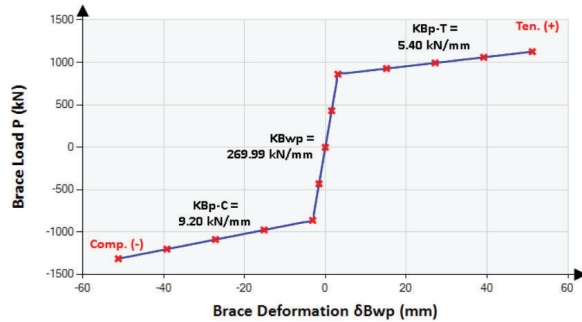
BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	6Px1-4	Le1:	350 mm
H:	3'000 mm	Le2:	350 mm
L:	3750 mm	Lp:	2'001 mm
E:	200'000 MPa	λp:	0.59
Lb:	3'400 mm	α1:	10.27
Ep:	0.0200	α2:	10.27
λ1:	1.029	Py:	1'276 kN
λ2:	1.029	θ:	39
Ae1:	38'000 mm²	δB-ep:	40.25 mm
Ae2:	38'000 mm²	δB-ep:	51.54 mm
Ap:	3700 mm²	Lwp:	4'802 mm
Fyisc:	344.73 MPa	Lc:	701 mm
αc:	35.00	λc:	0.21
Theoretical Total Elastic Stiffness			
KB:	346.31 kN/mm	KBwp:	339.93 kN/mm
Post-elastic Stiffness			
KBp-T:	6.80 kN/mm	KBp-C:	11.76 kN/mm

NIVELES 5 A 8



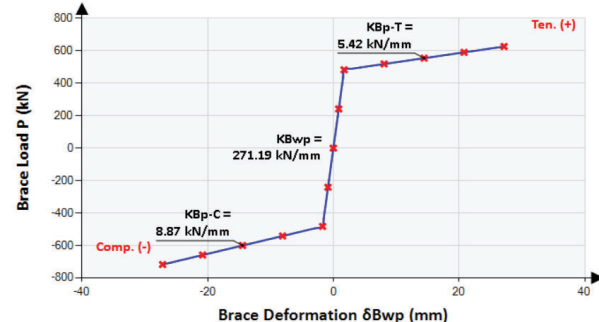
BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	6Px5-8	Le1:	250 mm
H:	3'000 mm	Le2:	250 mm
L:	3750 mm	Lp:	2'500 mm
E:	200'000 MPa	λp:	0.71
Lb:	3500 mm	α1:	11.52
Ep:	0.0200	α2:	11.52
λ1:	0.714	Py:	1'138 kN
λ2:	0.714	θ:	39
Ae1:	38'000 mm²	δB-ep:	50.16 mm
Ae2:	38'000 mm²	δB-ep:	64.23 mm
Ap:	3300 mm²	Lwp:	4'802 mm
Fyisc:	344.73 MPa	Lc:	651 mm
αc:	35.00	λc:	0.19
Theoretical Total Elastic Stiffness			
KB:	255.10 kN/mm	KBwp:	251.48 kN/mm
Post-elastic Stiffness			
KBp-T:	5.03 kN/mm	KBp-C:	8.78 kN/mm

NIVELES 9 A 12



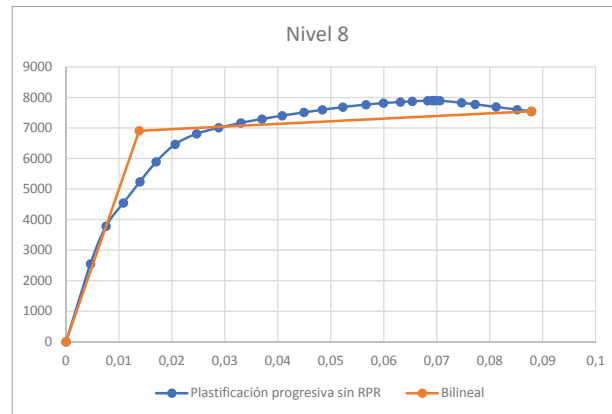
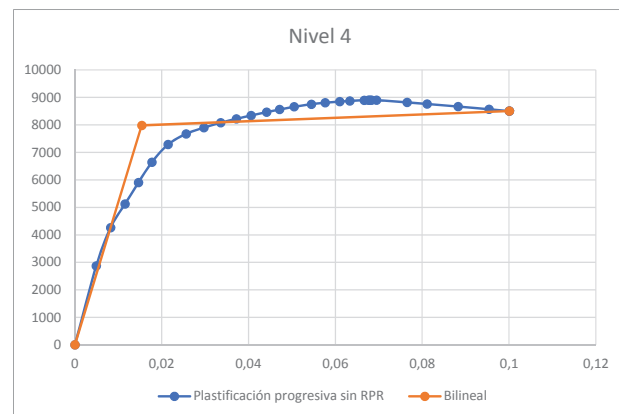
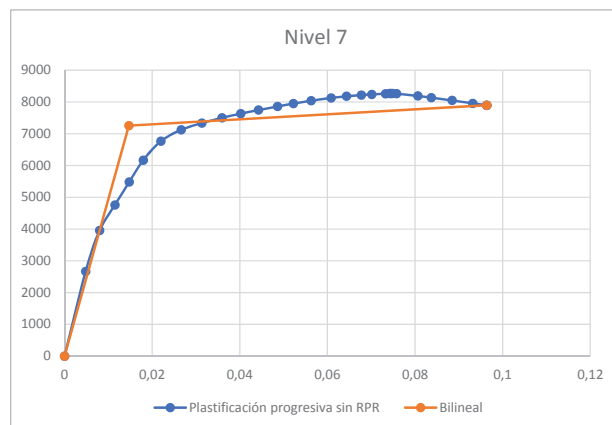
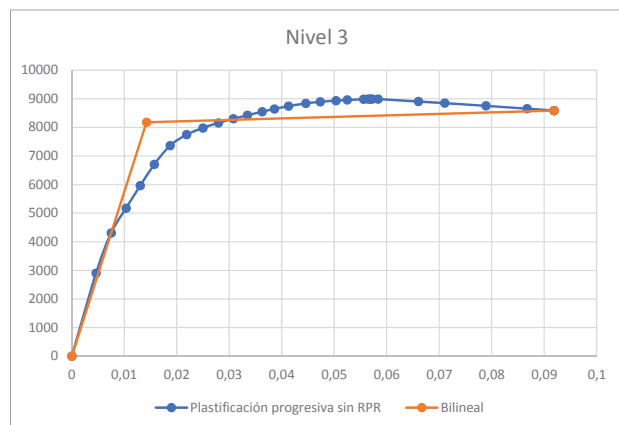
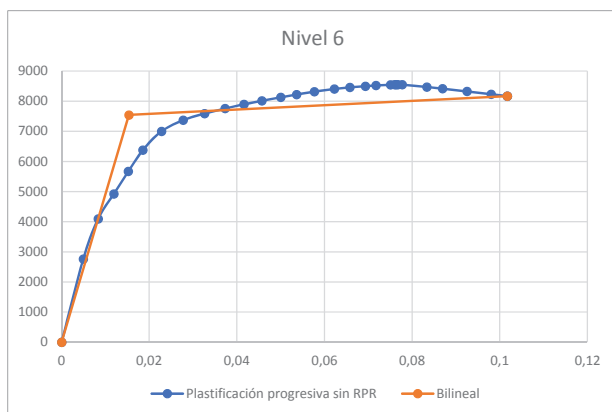
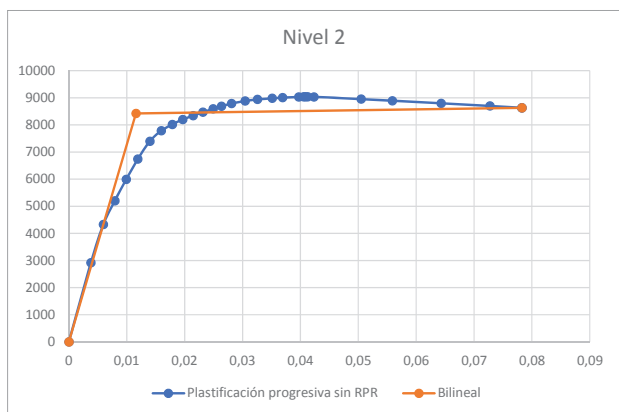
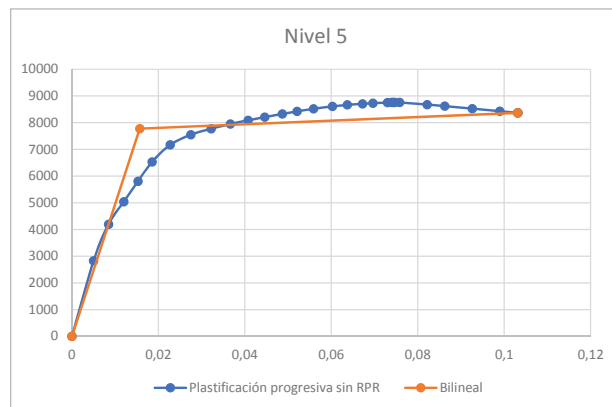
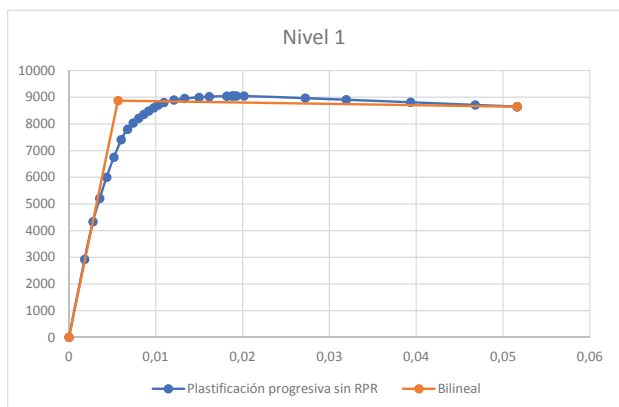
BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	6Px9-12	Le1:	425 mm
H:	3'000 mm	Le2:	425 mm
L:	3750 mm	Lp:	1'700 mm
E:	200'000 MPa	λp:	0.50
Lb:	3400 mm	α1:	15.20
Ep:	0.0200	α2:	15.20
λ1:	1.125	Py:	862 kN
λ2:	1.125	θ:	39
Ae1:	38'000 mm²	δB-ep:	34.19 mm
Ae2:	38'000 mm²	δB-ep:	43.79 mm
Ap:	2500 mm²	Lwp:	4'802 mm
Fyisc:	344.73 MPa	Lc:	701 mm
αc:	35.00	λc:	0.21
Theoretical Total Elastic Stiffness			
KB:	275.96 kN/mm	KBwp:	269.99 kN/mm
Post-elastic Stiffness			
KBp-T:	5.40 kN/mm	KBp-C:	9.20 kN/mm

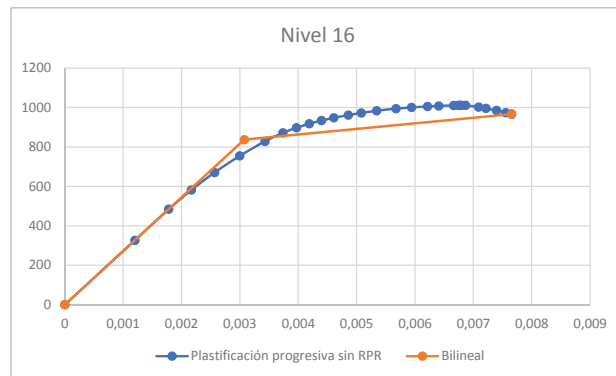
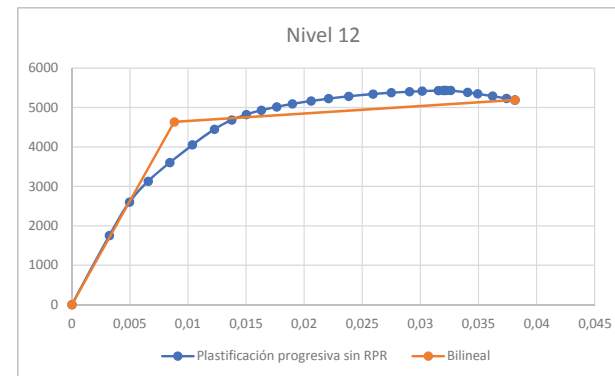
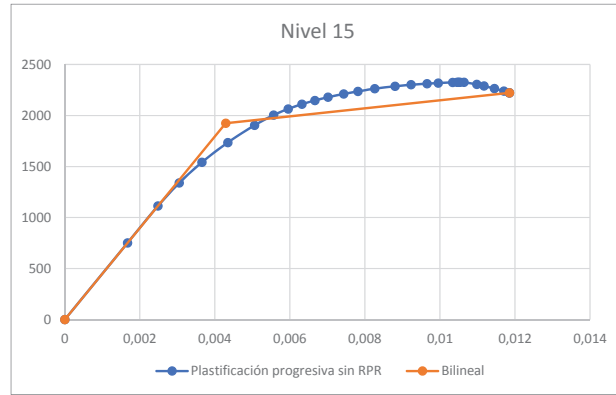
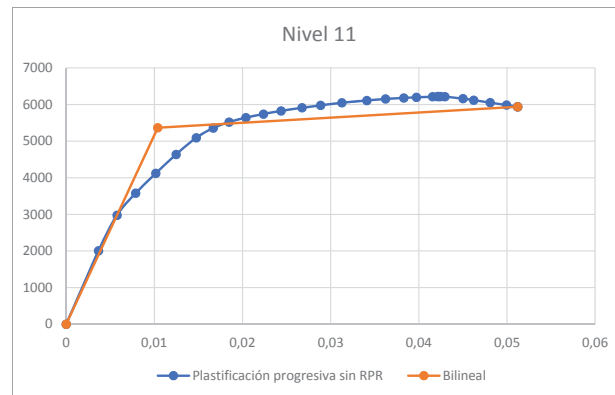
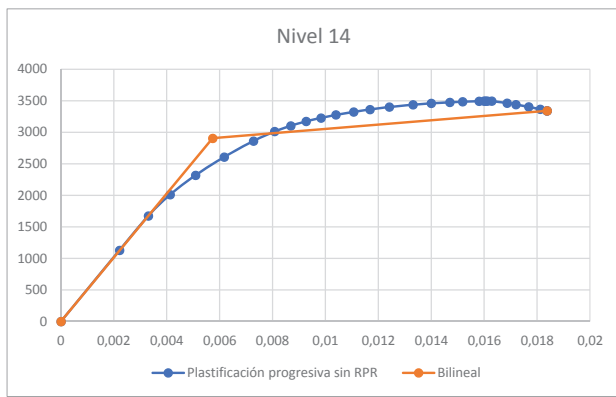
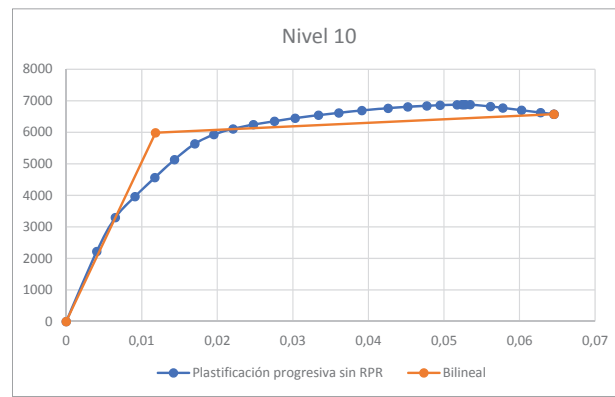
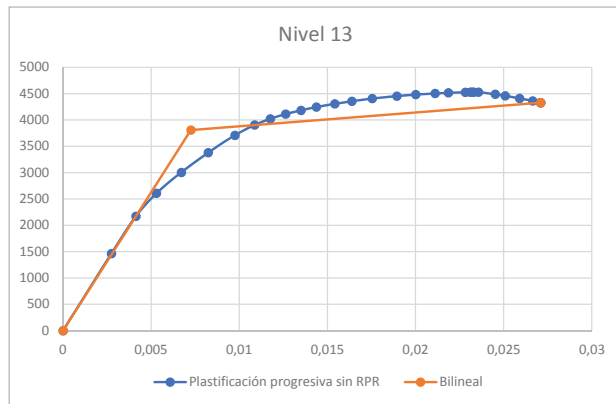
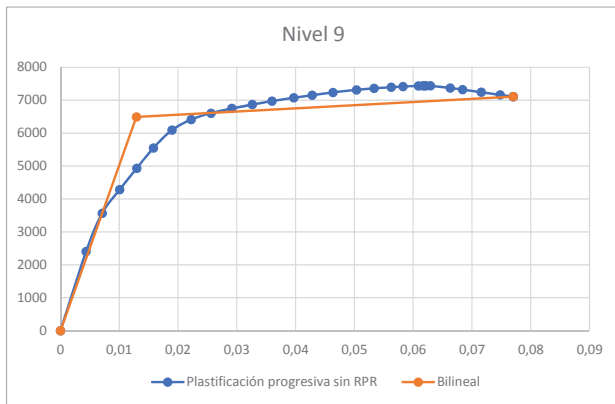
NIVELES 13 A 16

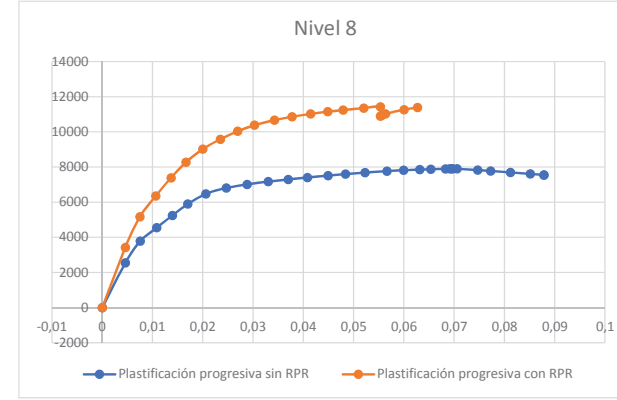
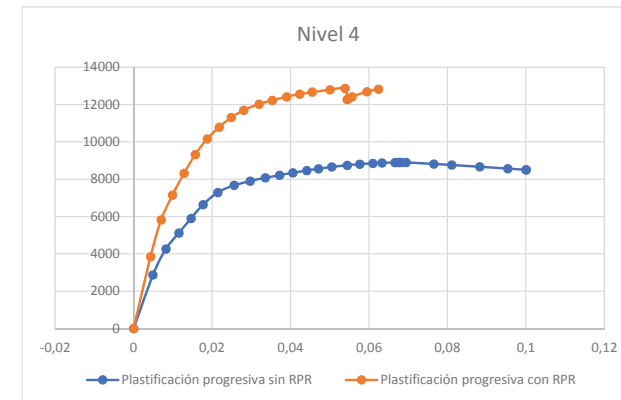
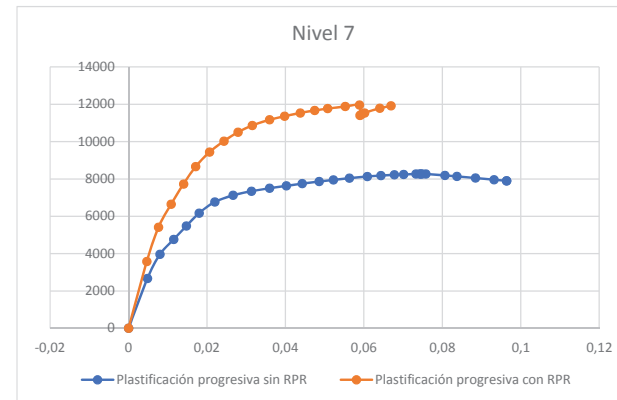
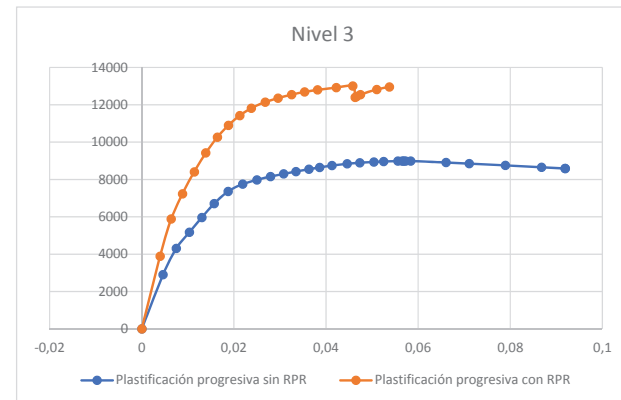
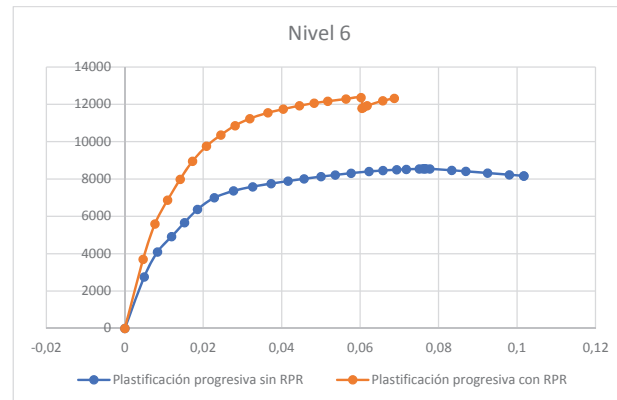
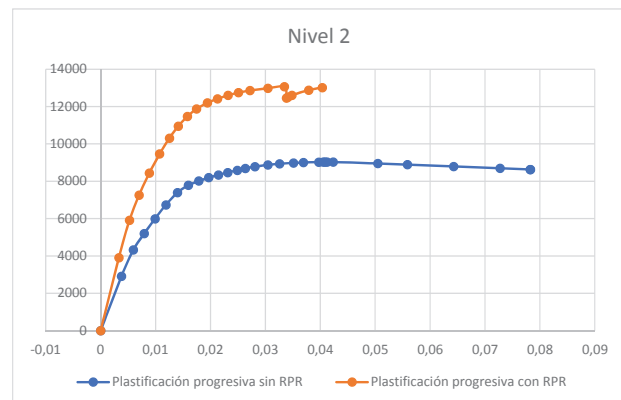
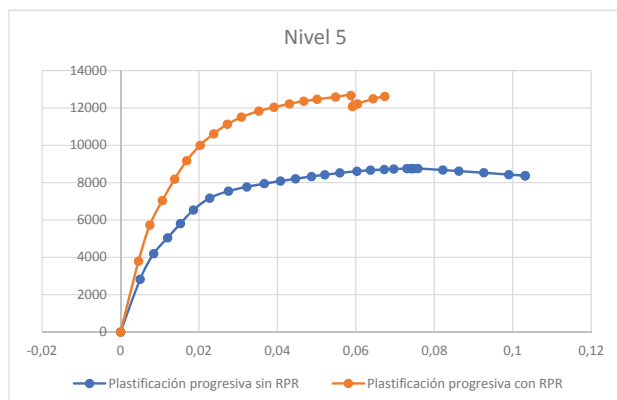
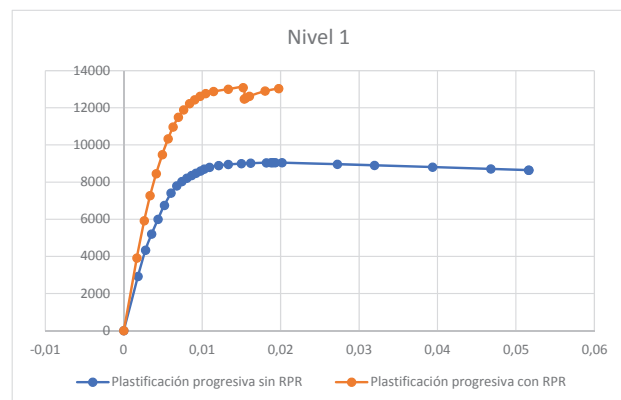


BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	6Px13-16	Le1:	625 mm
H:	3'000 mm	Le2:	625 mm
L:	3750 mm	Lp:	900 mm
E:	200'000 MPa	λp:	0.26
Lb:	3'400 mm	α1:	27.14
Ep:	0.0200	α2:	27.14
λ1:	0.1838	Py:	483 kN
λ2:	0.1838	θ:	39
Ae1:	38'000 mm²	δB-ep:	18.17 mm
Ae2:	38'000 mm²	δB-ep:	23.26 mm
Ap:	1400 mm²	Lwp:	4'802 mm
Fyisc:	345 MPa	Lc:	701 mm
αc:	35.00	λc:	0.21
Theoretical Total Elastic Stiffness			
KB:	282.14 kN/mm	KBwp:	271.19 kN/mm
Post-elastic Stiffness			
KBp-T:	5.42 kN/mm	KBp-C:	8.87 kN/mm

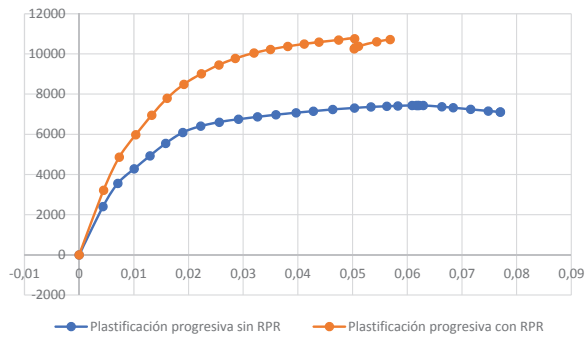
Plastificación progresiva por nivel Estructura con disipadores en Y. Edificio de 16 pisos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Piso	N1				N2				N3				N4				N5				N6				N7				N8				N9				N10				N11				N12				N13				N14				N15				N16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]	Δ [m]	V [kN]



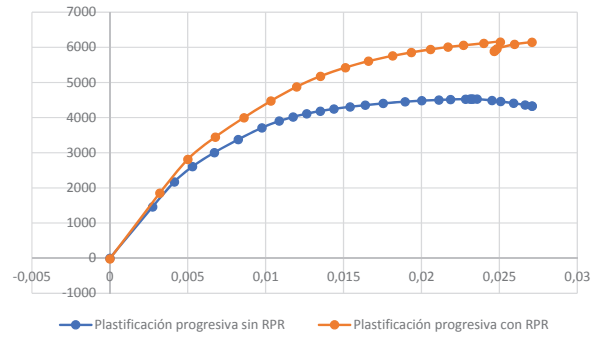




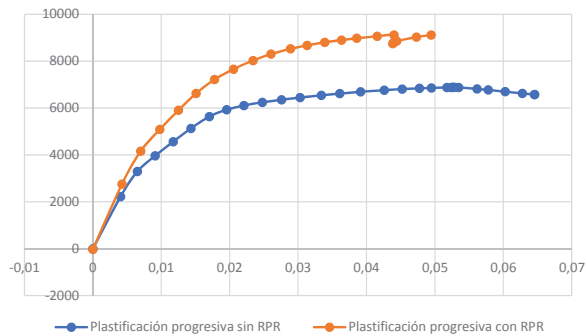
Nivel 9



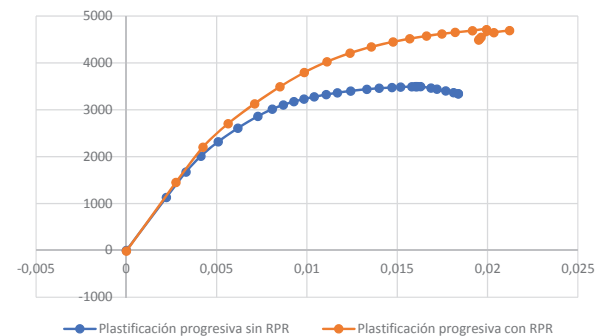
Nivel 13



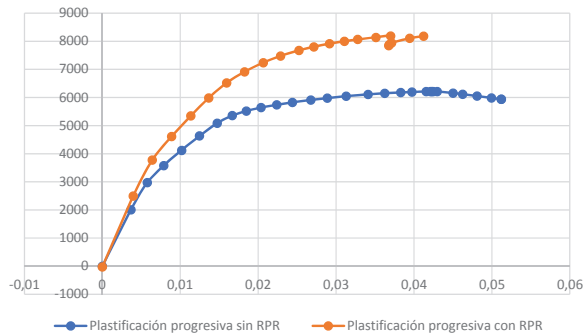
P10



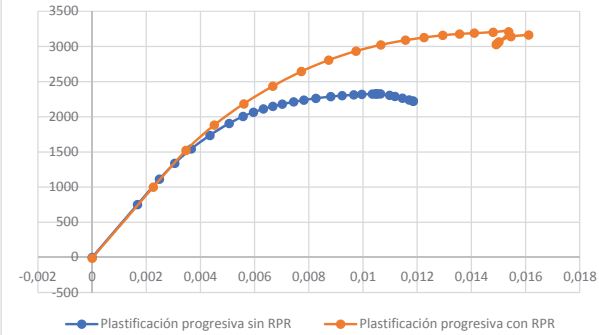
Nivel 14



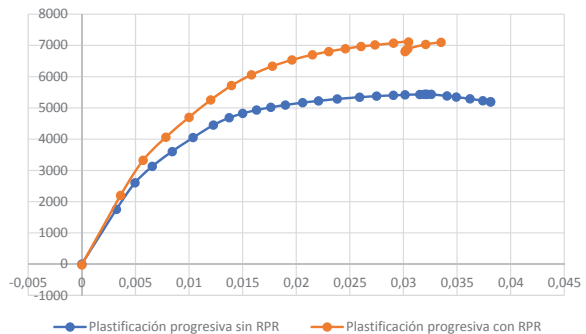
P11



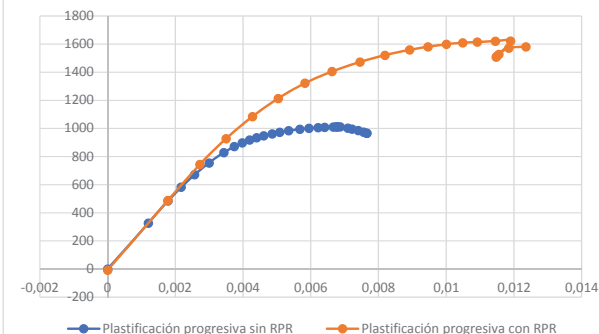
Nivel 15




Nivel 12

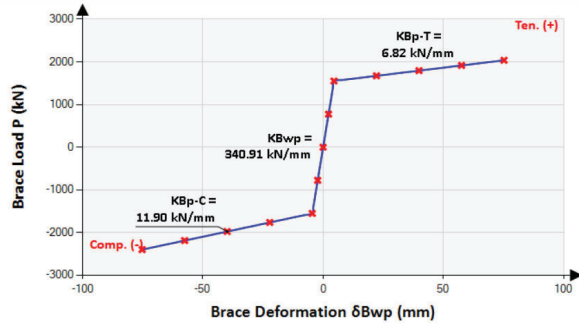


Nivel 16



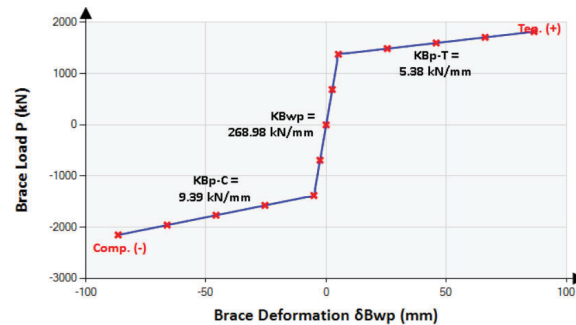
Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostamiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta													 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA						
ANEXO 4.3			Aplicación metodología de Oviedo para definición de disipadores en Y										2020						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16			
Δ_{rc} [m]	0,0018	0,0038	0,0046	0,0049	0,0050	0,0049	0,0048	0,0046	0,0043	0,0040	0,0037	0,0032	0,0027	0,0022	0,0017	0,0012			
Q_{rc} [kN]	2921,3	2916,4	2901,6	2872,9	2826,7	2759,6	2668,3	2550,1	2402,2	2222,0	2006,9	1754,6	1462,7	1128,8	750,8	326,6			
K_{rc} [kN/m]	1618806	769490	629767	584597	566909	559361	555854	553895	552416	550631	548017	543089	533117	510218	449552	272073			
Δ_{rv} [m]	0,0056	0,0116	0,0142	0,0154	0,0157	0,0154	0,0147	0,0138	0,0129	0,0118	0,0104	0,0088	0,0073	0,0057	0,0043	0,0031			
Q_{rv} [kN]	8757,0	8422,7	8178,6	7981,6	7777,6	7541,2	7256,1	6910,1	6493,0	5985,3	5367,0	4635,2	3809,0	2905,5	1923,6	837,3			
K_{eq} [kN/m]	1568357	727122	574756	518478	496517	491131	494302	500383	502824	506394	516658	525460	524893	506764	448484	272159			
α (Q_{rc}/Q_{rv})	0,334	0,346	0,355	0,360	0,363	0,366	0,368	0,369	0,370	0,371	0,374	0,379	0,384	0,389	0,390	0,390			
	v		0,3	β'		0,54	β		0,35										
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16			
Δ_{ov} [mm]	1,6751	3,4751	4,2689	4,6183	4,6993	4,6064	4,4039	4,1429	3,8740	3,5458	3,1164	2,6464	2,1770	1,7201	1,2868	0,9230			
Q_{ov} [kN]	4715,3	4535,3	4403,9	4297,8	4187,9	4060,6	3907,2	3720,8	3496,3	3222,9	2889,9	2495,9	2051,0	1564,5	1035,8	450,9			
K_{ov} [kN/m]	2814999,5	1305091,0	1031612,6	930602,3	891184,8	881517,9	887208,4	898123,1	902504,2	908913,0	927334,3	943133,1	942115,8	909576,2	804970,9	488489,6			
H	3,00	B	3,00	Lb	4,24	θ	0,79	n	4										
	Lbp																		
L_{bp} [m]	2,500	2,500	2,500	2,500	2,880	2,880	2,880	2,880	2,600	2,600	2,600	2,600	1,200	1,200	1,200	1,200			
A_{bp} [mm ²]	4500,0	4500,0	4500,0	4500,0	4000,0	4000,0	4000,0	4000,0	3200,0	3200,0	3200,0	3200,0	1600,0	1600,0	1600,0	1600,0			
K_{bpi} [kN/m]	360000	360000	360000	360000	277777,7778	277777,7778	277777,7778	277777,7778	246153,8462	246153,8462	246153,846	246153,846	266666,667	266666,667	266666,667	266666,667			
T_v [kN]	1551,3	1551,3	1551,3	1551,3	1379,0	1379,0	1379,0	1379,0	1103,2	1103,2	1103,2	1103,2	551,6	551,6	551,6	551,6			
Δ_{bp} [mm]	4,30922375	4,30922375	4,30922375	4,30922375	4,96422576	4,96422576	4,96422576	4,96422576	4,4815927	4,4815927	4,4815927	4,4815927	2,0684274	2,0684274	2,0684274	2,0684274			
Ratio	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020			
K_{bpf} [kN/m]	7200	7200	7200	7200	5555,555556	5555,555556	5555,555556	5555,555556	4923,076923	4923,076923	4923,07692	4923,07692	5333,33333	5333,33333	5333,33333	5333,33333			
Tmax	2047,743126	2047,743126	2047,743126	2047,743126	1820,216112	1820,216112	1820,216112	1820,216112	1456,17289	1456,17289	1456,17289	1456,17289	728,086445	728,086445	728,086445	728,086445			
Δ_{bp} [mm]	73,25680375	73,25680375	73,25680375	73,25680375	84,39183792	84,39183792	84,39183792	84,39183792	76,1870759	76,1870759	76,1870759	76,1870759	35,1632658	35,1632658	35,1632658	35,1632658			
$Q_{ov\ ovi}$ [kN]	4387,797123	4387,797123	4387,797123	4387,797123	3900,264109	3900,264109	3900,264109	3900,264109	3120,211287	3120,211287	3120,21129	3120,21129	1560,10564	1560,10564	1560,10564	1560,10564			
	Lb																		
L_b [m]	0,871	0,871	0,871	0,871	0,681	0,681	0,681	0,681	0,821	0,821	0,821	0,821	1,521	1,521	1,521	1,521			
A_b [mm ²]	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0	38000,0			
K_{bi} [kN/m]	8722394,761	8722394,761	8722394,761	8722394,761	11154811,49	11154811,49	11154811,49	11154811,49	9253393,1	9253393,1	9253393,1	9253393,1	4995660,53	4995660,53	4995660,53	4995660,53			
T_v [kN]	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0	13100,0			
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
Δ_b [mm]	1,501885727	1,501885727	1,501885727	1,501885727	1,174384722	1,174384722	1,174384722	1,174384722	1,415701252	1,415701252	1,41570125	1,41570125	2,6222839	2,6222839	2,6222839	2,6222839			
Δ_b en T_{btp} [mm]	0,177854889	0,177854889	0,177854889	0,177854889	0,123619444	0,123619444	0,123619444	0,123619444	0,119216948	0,119216948	0,11921695	0,11921695	0,11041195	0,11041195	0,11041195	0,11041195			
	0,50780725	1,053500605	1,294156649	1,400066724	1,275227952	1,250023231	1,195061799	1,124240014	1,160712441	1,062405908	0,93372866	0,79291019	1,34489548	1,06258347	0,79491707	0,57016856			
	Lbeq																		
K_{beqi} [kN/m]	332549,3366	332549,3366	332549,3366	332549,3366	264599,6266	264599,6266	264599,6266	264599,6266	233719,2933	233719,2933	233719,293	233719,293	240943,682	240943,682	240943,682	240943,682			
Δ_{bei} [mm]	4,664933528	4,664933528	4,664933528	4,664933528	5,211464649	5,211464649	5,211464649	5,211464649	4,720026595	4,720026595	4,7200266	4,7200266	2,28925131	2,28925131	2,28925131	2,28925131			
K_{beqf} [kN/m]	7188,132948	7188,132948	7188,132948	7188,132948	5550,027271	5550,027271	5550,027271	5550,027271	4917,844048	4917,844048	4917,84405	4917,84405	5321,96994	5321,96994	5321,96994	5321,96994			
Δ_{bef} [mm]	73,72634066	73,72634066	73,72634066	73,72634066	84,71819325	84,71819325	84,71819325	84,71819325	76,50180864	76,50180864	76,5018086	76,5018086	35,4547534	35,4547534	35,4547534	35,4547534			
	MENOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR	MENOR	MAYOR	MAYOR	MAYOR			
K_{si} [kN/m]	1330197,35	1330197,35	1330197,35	1330197,35	1058398,51	1058398,51	1058398,51	1058398,51	934877,17	934877,17	934877,17	934877,17	963774,73	963774,73	963774,73	963774,73			
K_{sf} [kN/m]	28752,5	28752,5	28752,5	28752,5	22200,1	22200,1	22200,1	22200,1	19671,4	19671,4	19671,4	19671,4	21287,9	21287,9	21287,9	21287,9			
Δ [mm]	3,2986	3,2986	3,2986	3,2986	3,6851	3,6851	3,6851	3,6851	3,3376	3,3376	3,3376	3,3376	1,6187	1,6187	1,6187	1,6187			

NIVELES 1 A 4



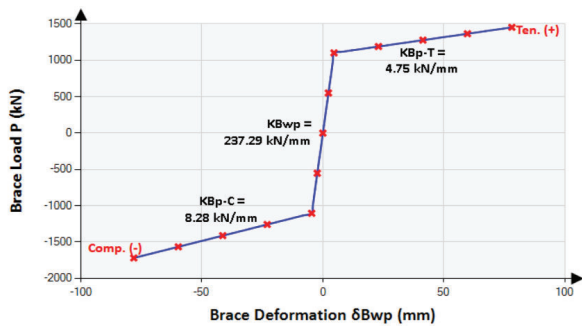
BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	16Py1-4	Le1:	250 mm
H:	3'000 mm	Le2:	250 mm
L:	3'000 mm	Lp:	2'500 mm
E:	200'000 MPa	λ_p :	0.71
Lb:	3500 mm	α_1 :	8.44
Ep:	0.0200	α_2 :	8.44
λ_1 :	.0714	Py:	1'551 kN
λ_2 :	.0714	θ :	45
Ae1:	38000 mm ²	δB_{ep} :	50.21 mm
Ae2:	38000 mm ²	ΔB_{ep} :	71.01 mm
Ap:	4'500 mm ²	Lwp:	4'243 mm
Fysc:	344.73 MPa	Lc:	371 mm
α_c :	35.00	λ_c :	0.11
Theoretical Total Elastic Stiffness			
KB:	343.67 kN/mm	KBwp:	340.91 kN/mm
Post-elastic Stiffness			
KBp-T:	6.82 kN/mm	KBp-C:	11.90 kN/mm

NIVELES 5 A 8



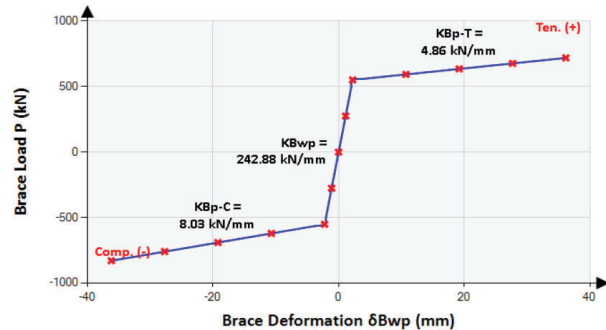
BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	16Py5-8	Le1:	180 mm
H:	3'000 mm	Le2:	180 mm
L:	3'000 mm	Lp:	2'880 mm
E:	200'000 MPa	λ_p :	0.80
Lb:	3'600 mm	α_1 :	9.50
Ep:	0.0200	α_2 :	9.50
λ_1 :	.05	Py:	1'379 kN
λ_2 :	0.05	θ :	45
Ae1:	38'000 mm ²	δB_{ep} :	57.73 mm
Ae2:	38'000 mm ²	ΔB_{ep} :	81.64 mm
Ap:	4'000 mm ²	Lwp:	4'243 mm
Fysc:	344.73 MPa	Lc:	321 mm
α_c :	35.00	λ_c :	0.09
Theoretical Total Elastic Stiffness			
KB:	270.66 kN/mm	KBwp:	268.98 kN/mm
Post-elastic Stiffness			
KBp-T:	5.38 kN/mm	KBp-C:	9.39 kN/mm

NIVELES 9 A 12



BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	6Py9-12	Le1:	225 mm
H:	3'000 mm	Le2:	225 mm
L:	3'000 mm	Lp:	2'600 mm
E:	200'000 MPa	λ_p :	0.74
Lb:	3'500 mm	α_1 :	11.88
Ep:	0.0200	α_2 :	11.88
λ_1 :	.06428	Py:	1'103 kN
λ_2 :	.06428	θ :	45
Ae1:	38'000 mm ²	δB_{ep} :	52.13 mm
Ae2:	38'000 mm ²	ΔB_{ep} :	73.73 mm
Ap:	3200 mm ²	Lwp:	4'243 mm
Fysc:	344.73 MPa	Lc:	371 mm
α_c :	35.00	λ_c :	0.11
Theoretical Total Elastic Stiffness			
KB:	239.18 kN/mm	KBwp:	237.29 kN/mm
Post-elastic Stiffness			
KBp-T:	4.75 kN/mm	KBp-C:	8.28 kN/mm

NIVELES 13 A 16




BRB-Parameters		BRB-Properties	
ID:	iPy13-16	Le1:	550 mm
H:	3'000 mm	Le2:	550 mm
L:	3'000 mm	Lp:	1'201 mm
E:	200'000 MPa	λ_p :	0.35
Lb:	3'400 mm	α_1 :	23.75
Ep:	0.0200	α_2 :	23.75
λ_1 :	.1617	Py:	552 kN
λ_2 :	.1617	θ :	45
Ae1:	38'000 mm ²	δB_{ep} :	24.18 mm
Ae2:	38'000 mm ²	ΔB_{ep} :	34.19 mm
Ap:	1600 mm ²	Lwp:	4'243 mm
Fysc:	344.73 MPa	Lc:	421 mm
α_c :	35.00	λ_c :	0.12
Theoretical Total Elastic Stiffness			
KB:	247.40 kN/mm	KBwp:	242.88 kN/mm
Post-elastic Stiffness			
KBp-T:	4.86 kN/mm	KBp-C:	8.03 kN/mm

ANEXO 4.6		Estrategia para difusión de conciertos elaborada con artistas e investigadores al respecto de coberturas de espacios en el caso de amenazas sísmicas						2020	
		Categoría de obra: Musical							

[illegible]

[illegible]

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.5	Cálculo de derivas - Resultados de derivas (Sismo de diseño)	2020

GDL	Δ Sismo_X		Deriva X
U1 226	0,00802108	0,00802121	0,27%
U2 226	4,6348E-05		
R3 226	0,00014029		
U1 225	0,01022439	0,01022454	0,34%
U2 225	5,5548E-05		
R3 225	0,00017746		
U1 224	0,01201323	0,01201326	0,40%
U2 224	2,6771E-05		
R3 224	0,00020709		
U1 223	0,01324538	0,01324542	0,44%
U2 223	3,298E-05		
R3 223	0,00023147		
U1 222	0,01415051	0,01415062	0,47%
U2 222	5,6906E-05		
R3 222	0,00024684		
U1 221	0,01476305	0,01476309	0,49%
U2 221	3,5658E-05		
R3 221	0,00025985		
U1 220	0,0151633	0,01516332	0,51%
U2 220	2,1195E-05		
R3 220	0,00027217		
U1 219	0,01555746	0,01555755	0,52%
U2 219	5,428E-05		
R3 219	0,0002744		
U1 218	0,0160439	0,01604397	0,53%
U2 218	4,6825E-05		
R3 218	0,00028068		
U1 217	0,01654663	0,01654663	0,55%
U2 217	1,1507E-05		
R3 217	0,0002909		
U1 216	0,01672644	0,0167265	0,56%
U2 216	4,5605E-05		
R3 216	0,00028863		
U1 215	0,01614723	0,01614732	0,54%
U2 215	5,4301E-05		
R3 215	0,00027485		
U1 214	0,01559935	0,01559936	0,52%
U2 214	2,0663E-05		
R3 214	0,0002647		
U1 213	0,01395248	0,01395251	0,47%
U2 213	2,7008E-05		
R3 213	0,0002405		
U1 212	0,00757175	0,00757182	0,25%
U2 212	3,1748E-05		
R3 212	0,00013442		
U1 211	0	0	0,00%
U2 211	0		
R3 211	0		


GDL	Δ Sismo_Y		Deriva Y
U1 226	2,7307E-05	0,00967794	0,32%
U2 226	0,0096779		
R3 226	9,1937E-06		
U1 225	9,1176E-06	0,011988	0,40%
U2 225	0,011988		
R3 225	3,0635E-06		
U1 224	2,3678E-05	0,01390948	0,46%
U2 224	0,01390946		
R3 224	7,9767E-06		
U1 223	3,1401E-05	0,01532388	0,51%
U2 223	0,01532384		
R3 223	1,054E-05		
U1 222	1,8705E-05	0,01623639	0,54%
U2 222	0,01623638		
R3 222	6,1582E-06		
U1 221	1,0424E-05	0,01673771	0,56%
U2 221	0,01673771		
R3 221	3,3861E-06		
U1 220	2,8079E-05	0,01688143	0,56%
U2 220	0,01688141		
R3 220	9,4649E-06		
U1 219	2,8053E-05	0,01688707	0,56%
U2 219	0,01688705		
R3 219	9,3196E-06		
U1 218	9,9578E-06	0,01716205	0,57%
U2 218	0,01716205		
R3 218	3,3716E-06		
U1 217	1,7633E-05	0,01761164	0,59%
U2 217	0,01761163		
R3 217	5,9676E-06		
U1 216	3,0039E-05	0,01794371	0,60%
U2 216	0,01794368		
R3 216	9,9416E-06		
U1 215	2,1831E-05	0,01786907	0,60%
U2 215	0,01786905		
R3 215	7,3402E-06		
U1 214	2,9759E-06	0,01731766	0,58%
U2 214	0,01731766		
R3 214	9,7367E-07		
U1 213	1,8301E-05	0,01516803	0,51%
U2 213	0,01516802		
R3 213	6,0821E-06		
U1 212	1,6728E-05	0,0079097	0,26%
U2 212	0,00790968		
R3 212	5,5775E-06		
U1 211	0	0	0,00%
U2 211	0		
R3 211	0		

[illegible]

ANGLO 145	Estimación para edificaciones de concreto reforzado con comportamiento restringido al punto de colapso de energía E en zona de amenaza sísmica alta	 INEC INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSAL DE DATOS
	Cálculo de áreas y Diagrama área x s por modo (Baja-Med)	1920

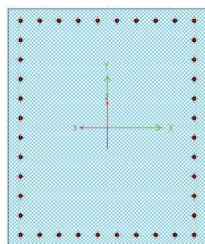
U120	154497	154510	154523	154536	154549	154562	154575	154588	154601	154614	154627	154640	154653	154666	154679	154692	154705	154718	154731	154744	154757	154770	154783	154796	154809	154822	154835	154848	154861	154874	154887	154900	154913	154926	154939	154952	154965	154978	154991	155004	155017	155030	155043	155056	155069	155082	155095	155108	155121	155134	155147	155160	155173	155186	155199	155212	155225	155238	155251	155264	155277	155290	155303	155316	155329	155342	155355	155368	155381	155394	155407	155420	155433	155446	155459	155472	155485	155498	155511	155524	155537	155550	155563	155576	155589	155602	155615	155628	155641	155654	155667	155680	155693	155706	155719	155732	155745	155758	155771	155784	155797	155810	155823	155836	155849	155862	155875	155888	155901	155914	155927	155940	155953	155966	155979	155992	156005	156018	156031	156044	156057	156070	156083	156096	156109	156122	156135	156148	156161	156174	156187	156200	156213	156226	156239	156252	156265	156278	156291	156304	156317	156330	156343	156356	156369	156382	156395	156408	156421	156434	156447	156460	156473	156486	156499	156512	156525	156538	156551	156564	156577	156590	156603	156616	156629	156642	156655	156668	156681	156694	156707	156720	156733	156746	156759	156772	156785	156798	156811	156824	156837	156850	156863	156876	156889	156902	156915	156928	156941	156954	156967	156980	156993	157006	157019	157032	157045	157058	157071	157084	157097	157110	157123	157136	157149	157162	157175	157188	157201	157214	157227	157240	157253	157266	157279	157292	157305	157318	157331	157344	157357	157370	157383	157396	157409	157422	157435	157448	157461	157474	157487	157500	157513	157526	157539	157552	157565	157578	157591	157604	157617	157630	157643	157656	157669	157682	157695	157708	157721	157734	157747	157760	157773	157786	157799	157812	157825	157838	157851	157864	157877	157890	157903	157916	157929	157942	157955	157968	157981	157994	158007	158020	158033	158046	158059	158072	158085	158098	158111	158124	158137	158150	158163	158176	158189	158202	158215	158228	158241	158254	158267	158280	158293	158306	158319	158332	158345	158358	158371	158384	158397	158410	158423	158436	158449	158462	158475	158488	158501	158514	158527	158540	158553	158566	158579	158592	158605	158618	158631	158644	158657	158670	158683	158696	158709	158722	158735	158748	158761	158774	158787	158800	158813	158826	158839	158852	158865	158878	158891	158904	158917	158930	158943	158956	158969	158982	158995	159008	159021	159034	159047	159060	159073	159086	159099	159112	159125	159138	159151	159164	159177	159190	159203	159216	159229	159242	159255	159268	159281	159294	159307	
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

[illegible]

Estimación para edificaciones de concreto reforzado con arriostramiento restringido al pandeo del coeficiente de disipación de energía R en zona de amenaza sísmica alta		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
ANEXO 4.5	Cálculo de derivas - Resultados de derivas (Sismo MCE)	2020

GDL	Δ Sismo_X		Deriva X
U1 226	0,01076513	0,01076531	0,36%
U2 226	6,2203E-05		
R3 226	0,00018829		
U1 225	0,0137222	0,01372241	0,46%
U2 225	7,4552E-05		
R3 225	0,00023817		
U1 224	0,01612303	0,01612307	0,54%
U2 224	3,5929E-05		
R3 224	0,00027793		
U1 223	0,0177767	0,01777675	0,59%
U2 223	4,4263E-05		
R3 223	0,00031066		
U1 222	0,01899147	0,01899162	0,63%
U2 222	7,6373E-05		
R3 222	0,00033128		
U1 221	0,01981357	0,01981362	0,66%
U2 221	4,7857E-05		
R3 221	0,00034875		
U1 220	0,02035075	0,02035077	0,68%
U2 220	2,8446E-05		
R3 220	0,00036528		
U1 219	0,02087975	0,02087987	0,70%
U2 219	7,285E-05		
R3 219	0,00036828		
U1 218	0,0215326	0,0215327	0,72%
U2 218	6,2845E-05		
R3 218	0,0003767		
U1 217	0,02220731	0,02220732	0,74%
U2 217	1,5444E-05		
R3 217	0,00039041		
U1 216	0,02244864	0,02244873	0,75%
U2 216	6,1207E-05		
R3 216	0,00038737		
U1 215	0,02167129	0,02167141	0,72%
U2 215	7,2878E-05		
R3 215	0,00036888		
U1 214	0,02093596	0,02093598	0,70%
U2 214	2,7732E-05		
R3 214	0,00035525		
U1 213	0,0187257	0,01872573	0,62%
U2 213	3,6247E-05		
R3 213	0,00032277		
U1 212	0,01016209	0,01016218	0,34%
U2 212	4,2609E-05		
R3 212	0,00018041		
U1 211	0	0	0,00%
U2 211	0		
R3 211	0		

GDL	Δ Sismo_Y		Deriva Y
U1 226	3,6649E-05	0,01298881	0,43%
U2 226	0,01298876		
R3 226	1,2339E-05		
U1 225	1,2237E-05	0,01608916	0,54%
U2 225	0,01608916		
R3 225	4,1115E-06		
U1 224	3,1779E-05	0,01866799	0,62%
U2 224	0,01866796		
R3 224	1,0706E-05		
U1 223	4,2143E-05	0,02056625	0,69%
U2 223	0,02056621		
R3 223	1,4146E-05		
U1 222	2,5105E-05	0,02179095	0,73%
U2 222	0,02179093		
R3 222	8,2649E-06		
U1 221	1,399E-05	0,02246377	0,75%
U2 221	0,02246377		
R3 221	4,5445E-06		
U1 220	3,7685E-05	0,02265666	0,76%
U2 220	0,02265662		
R3 220	1,2703E-05		
U1 219	3,7651E-05	0,02266423	0,76%
U2 219	0,02266419		
R3 219	1,2508E-05		
U1 218	1,3364E-05	0,02303328	0,77%
U2 218	0,02303327		
R3 218	4,5251E-06		
U1 217	2,3665E-05	0,02363667	0,79%
U2 217	0,02363666		
R3 217	8,0091E-06		
U1 216	4,0315E-05	0,02408234	0,80%
U2 216	0,02408231		
R3 216	1,3343E-05		
U1 215	2,93E-05	0,02398217	0,80%
U2 215	0,02398215		
R3 215	9,8513E-06		
U1 214	3,994E-06	0,02324212	0,77%
U2 214	0,02324212		
R3 214	1,3068E-06		
U1 213	2,4561E-05	0,0203571	0,68%
U2 213	0,02035708		
R3 213	8,1629E-06		
U1 212	2,2451E-05	0,01061565	0,35%
U2 212	0,01061563		
R3 212	7,4856E-06		
U1 211	0	0	0,00%
U2 211	0		
R3 211	0		

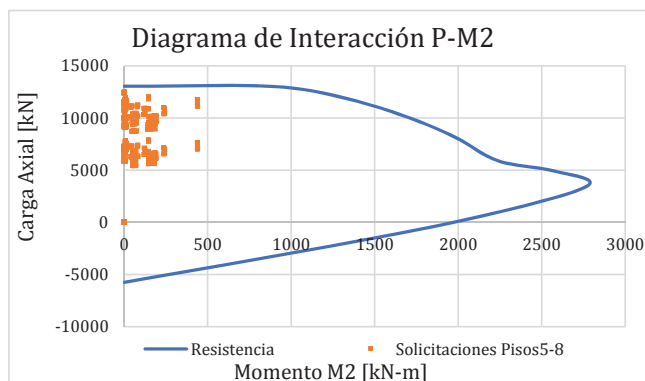
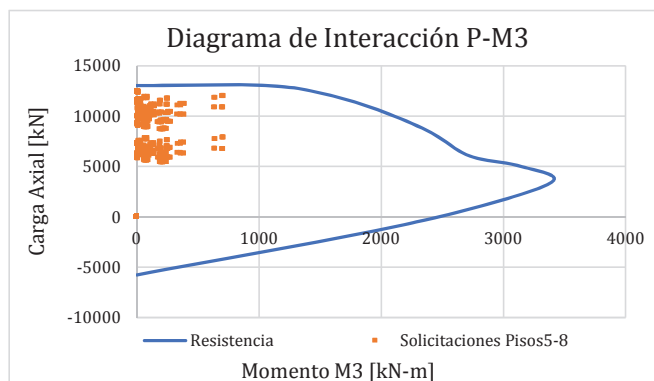


MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,8	m
Altura	1	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,9	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	7	
Cantidad/Cara	10	un
Separación	77,77778	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	7	
Cantidad/Cara	10	un
Separación	81,81818	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	65	mm
S Máx. Permitido	133,4	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	Sí	No
ϕ	0,75	-

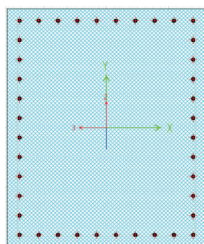
DISEÑO A FLEJO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	278,0	mm ²
V_{c2}	683,7	KN
V_{s2}	3959,3	KN
ϕV_{n2}	3482,2	KN
V_{u2}	2819,2	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	356,0	mm ²
V_{c3}	674,7	KN
V_{s3}	3750,9	KN
ϕV_{n3}	3319,2	KN
V_{u3}	2313,3	KN
Revisión	✓	-



MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,8	m
Altura	1	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	10	un
Separación	77,77778	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	10	un
Separación	81,81818	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	65	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm

¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	No	No
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEJO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

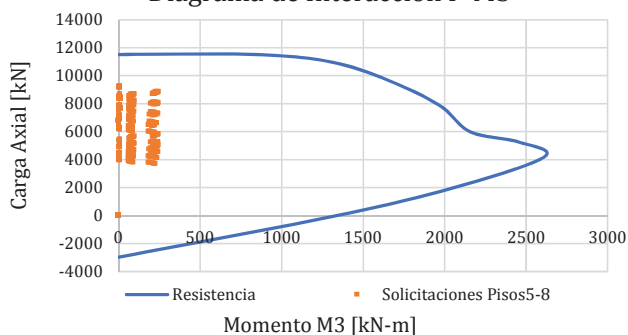
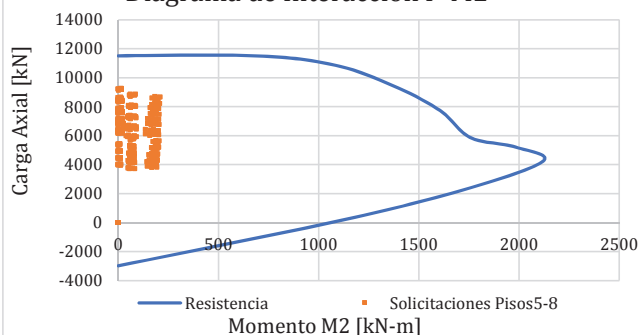


Diagrama de Interacción P-M2



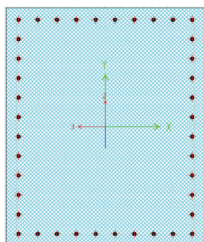
DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2

Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	278,0	mm ²
V_{c2}	683,7	KN
V_{s2}	3959,3	KN
ϕV_{n2}	2969,5	KN
V_{u2}	2819,167	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3

Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	356,0	mm ²
V_{c3}	674,7	KN
V_{s3}	3750,9	KN
ϕV_{n3}	2813,2	KN
V_{u3}	2313,333	KN
Revisión	✓	-



MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,8	m
Altura	1	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	10	un
Separación	77,77778	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	10	un
Separación	81,81818	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	65	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm

¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	No	No
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

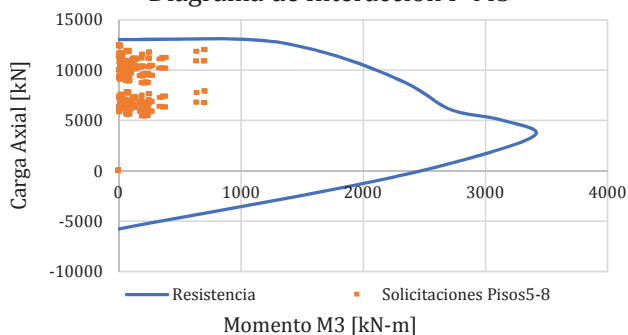
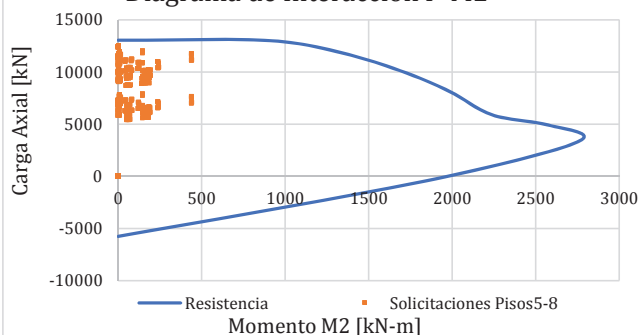


Diagrama de Interacción P-M2



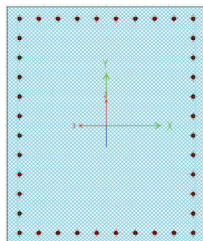
DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2

Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	278,0	mm ²
V_{c2}	683,7	KN
V_{s2}	3959,3	KN
ϕV_{n2}	2969,5	KN
V_{u2}	2819,2	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3

Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	356,0	mm ²
V_{c3}	674,7	KN
V_{s3}	3750,9	KN
ϕV_{n3}	2813,2	KN
V_{u3}	2313,3	KN
Revisión	✓	-



MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,8	m
Altura	1	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.

Dirección de la Base (Inc. Esquinas)

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	10	un
Separación	77,77778	mm

Dirección de la Altura

Barras N°	5	
Cantidad/Cara	10	un
Separación	81,81818	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL

Separación Long. (S)	65	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm

¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	No	No
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN

Diagrama de Interacción P-M3

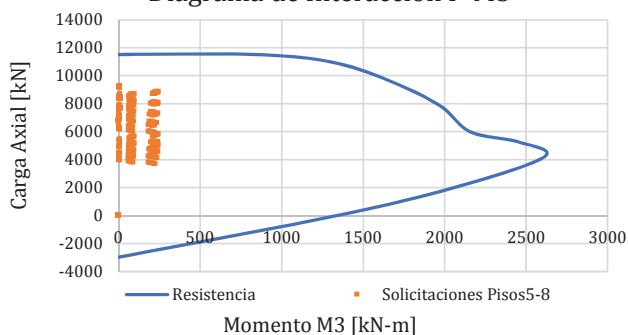
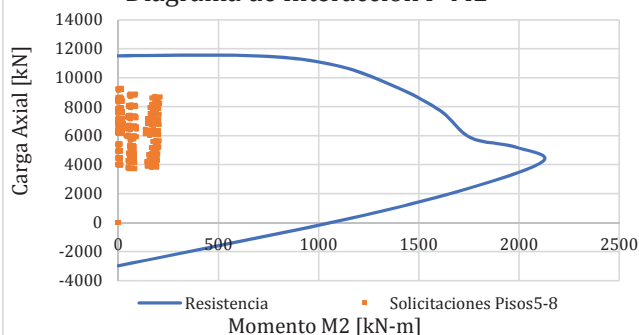


Diagrama de Interacción P-M2



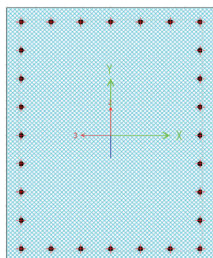
DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2

Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (hx)	200	mm
hx Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	278,0	mm ²
V_{c2}	683,7	KN
V_{s2}	3959,3	KN
ϕV_{n2}	2969,5	KN
V_{u2}	2819,167	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3

Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (hy)	200	mm
hy Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	356,0	mm ²
V_{c3}	674,7	KN
V_{s3}	3750,9	KN
ϕV_{n3}	2813,2	KN
V_{u3}	2313,333	KN
Revisión	✓	-

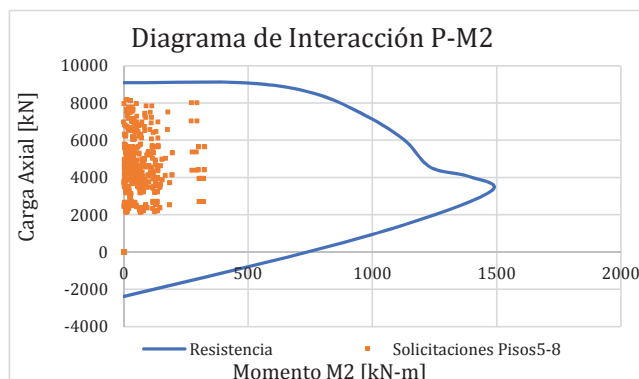
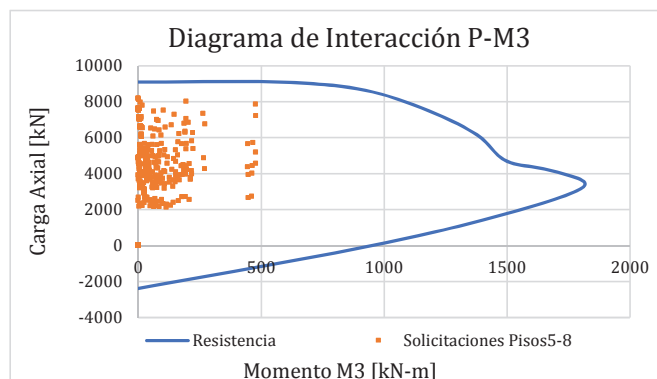


MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,7	m
Altura	0,9	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	9	un
Separación	80	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	90	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	No	No
ϕ	0,75	-

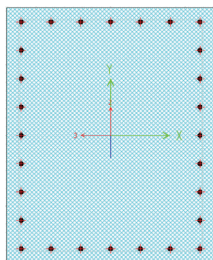
DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	330,9	mm ²
V_{c2}	535,2	KN
V_{s2}	2558,5	KN
ϕV_{n2}	1918,9	KN
V_{u2}	1912,5	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	438,9	mm ²
V_{c3}	526,2	KN
V_{s3}	2347,8	KN
ϕV_{n3}	1760,9	KN
V_{u3}	1530,833	KN
Revisión	✓	-

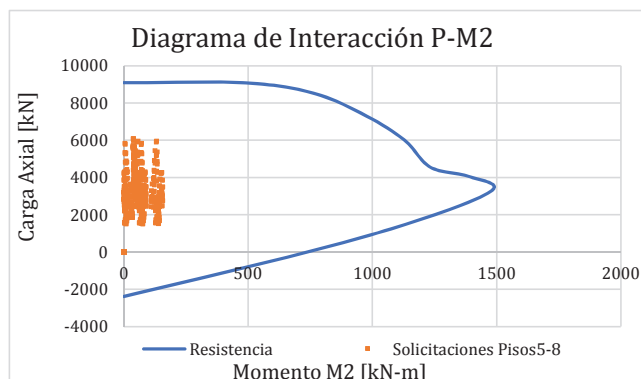
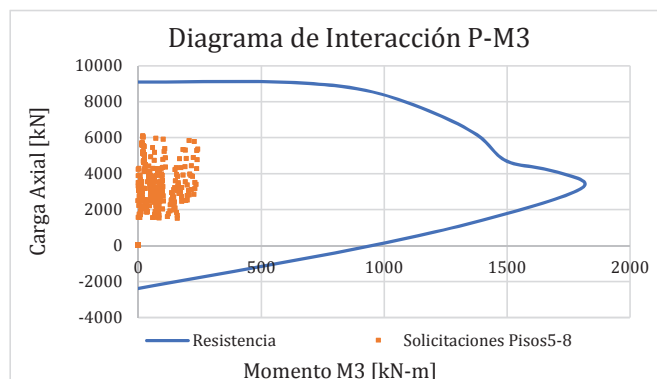


MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,7	m
Altura	0,9	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	9	un
Separación	80	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	90	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	No	No
ϕ	0,75	-

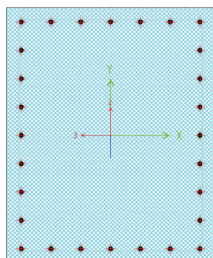
DISEÑO A FLEJO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	330,9	mm ²
V_{c2}	535,2	KN
V_{s2}	2558,5	KN
ϕV_{n2}	1918,9	KN
V_{u2}	1912,5	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	438,9	mm ²
V_{c3}	526,2	KN
V_{s3}	2347,8	KN
ϕV_{n3}	1760,9	KN
V_{u3}	1530,833	KN
Revisión	✓	-

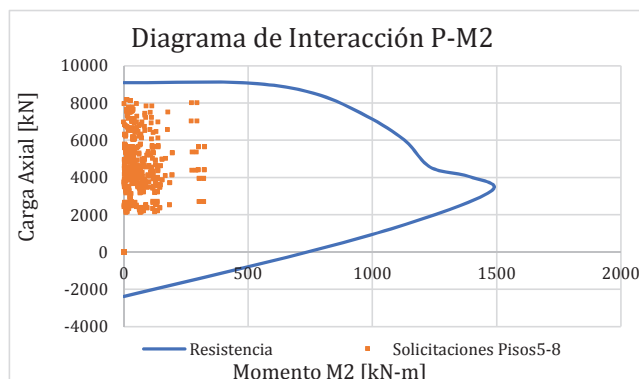
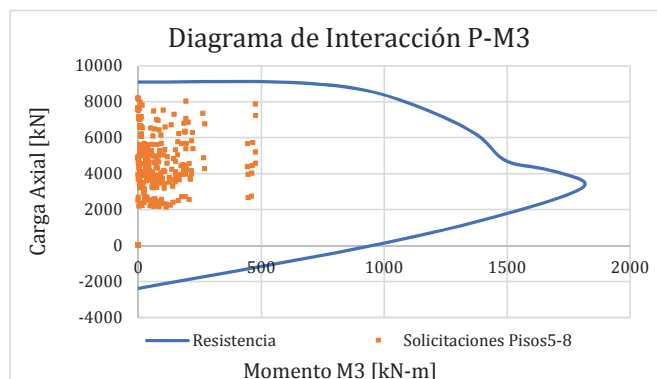


MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,7	m
Altura	0,9	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	9	un
Separación	80	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	90	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	No	No
ϕ	0,75	-

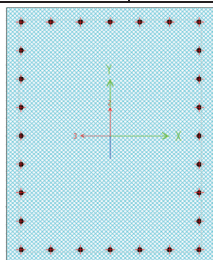
DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	330,9	mm ²
V_{c2}	535,2	KN
V_{s2}	2558,5	KN
ϕV_{n2}	1918,9	KN
V_{u2}	1912,5	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	438,9	mm ²
V_{c3}	526,2	KN
V_{s3}	2347,8	KN
ϕV_{n3}	1760,9	KN
V_{u3}	1530,833	KN
Revisión	✓	-

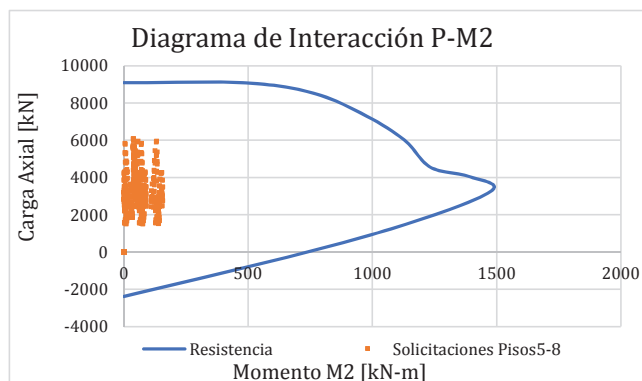
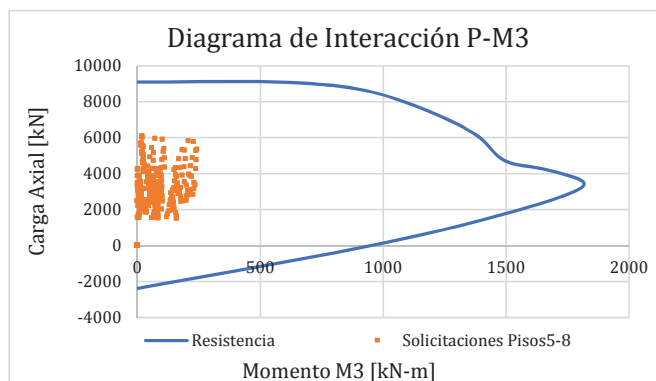


MATERIALES		
f'_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,7	m
Altura	0,9	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	1,0	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	5	
Cantidad/Cara	9	un
Separación	80	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	90	mm
S Máx. Permitido	95,3	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	No	No
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

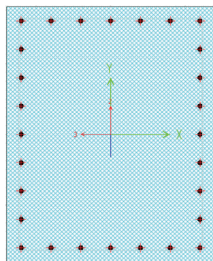
CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	330,9	mm ²
V_{c2}	535,2	KN
V_{s2}	2558,5	KN
ϕV_{n2}	1918,9	KN
V_{u2}	1912,5	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	438,9	mm ²
V_{c3}	526,2	KN
V_{s3}	2347,8	KN
ϕV_{n3}	1760,9	KN
V_{u3}	1530,833	KN
Revisión	✓	-

ANEXO 4.6

Diseño de columnas - Porticos del Sistema de disipación - Nivel 1 a 4

2020

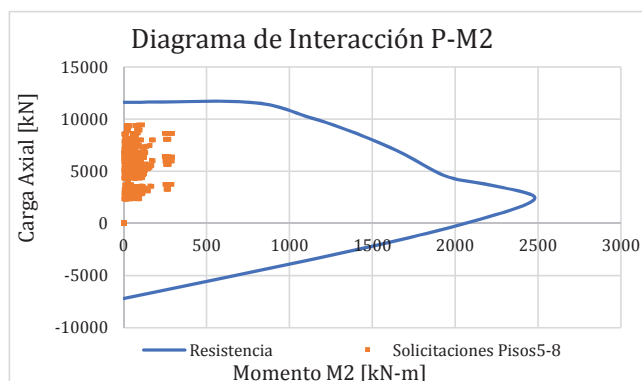
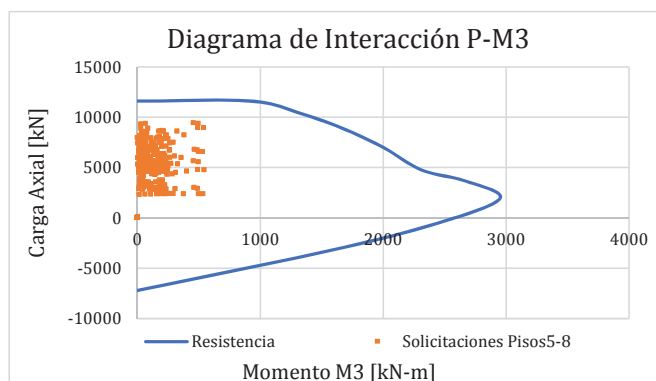


MATERIALES		
f_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,7	m
Altura	0,9	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	3,7	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	10	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	9	
Cantidad/Cara	9	un
Separación	80	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	90	mm
S Máx. Permitido	150,0	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	No	No
ϕ	0,75	-

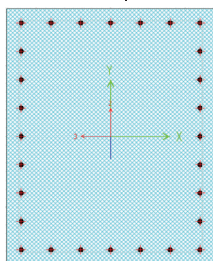
DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	330,9	mm ²
V_{c2}	535,2	KN
V_{s2}	2558,5	KN
ϕV_{n2}	1918,9	KN
V_{u2}	1912,5	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	438,9	mm ²
V_{c3}	526,2	KN
V_{s3}	2347,8	KN
ϕV_{n3}	1760,9	KN
V_{u3}	1530,833	KN
Revisión	✓	-

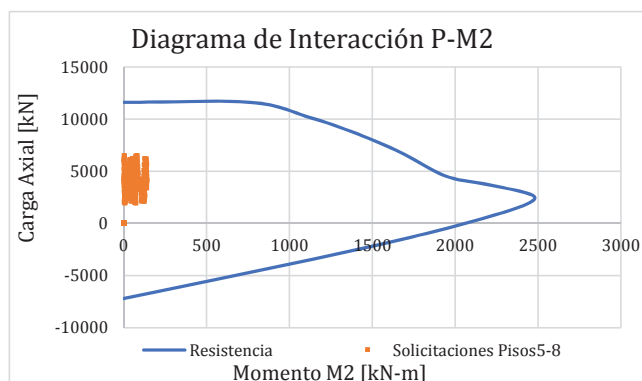
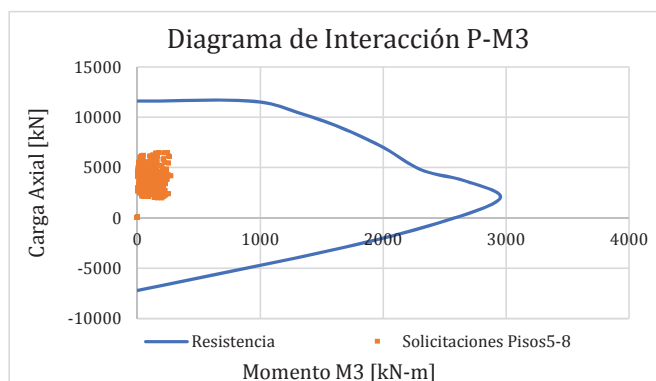


MATERIALES		
f_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,7	m
Altura	0,9	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	3,7	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	10	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	9	
Cantidad/Cara	9	un
Separación	80	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	90	mm
S Máx. Permitido	150,0	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	No	No
ϕ	0,75	-

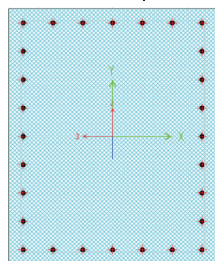
DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	330,9	mm ²
V_{c2}	535,2	KN
V_{s2}	2558,5	KN
ϕV_{n2}	1918,9	KN
V_{u2}	1912,5	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	438,9	mm ²
V_{c3}	526,2	KN
V_{s3}	2347,8	KN
ϕV_{n3}	1760,9	KN
V_{u3}	1530,833	KN
Revisión	✓	-

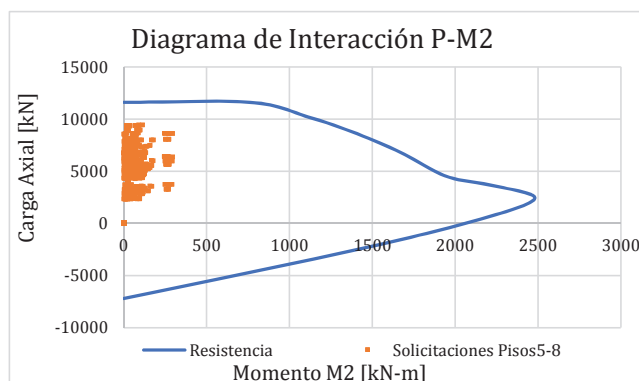
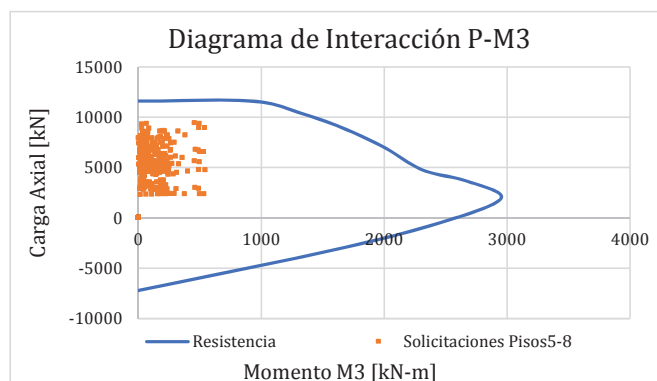


MATERIALES		
f_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,7	m
Altura	0,9	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	3,7	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	10	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	9	
Cantidad/Cara	9	un
Separación	80	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	90	mm
S Máx. Permitido	150,0	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	No	No
ϕ	0,75	-

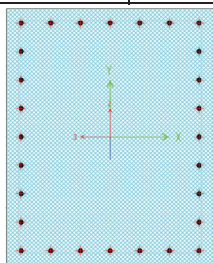
DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	330,9	mm ²
V_{c2}	535,2	KN
V_{s2}	2558,5	KN
ϕV_{n2}	1918,9	KN
V_{u2}	1912,5	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	438,9	mm ²
V_{c3}	526,2	KN
V_{s3}	2347,8	KN
ϕV_{n3}	1760,9	KN
V_{u3}	1530,833	KN
Revisión	✓	-

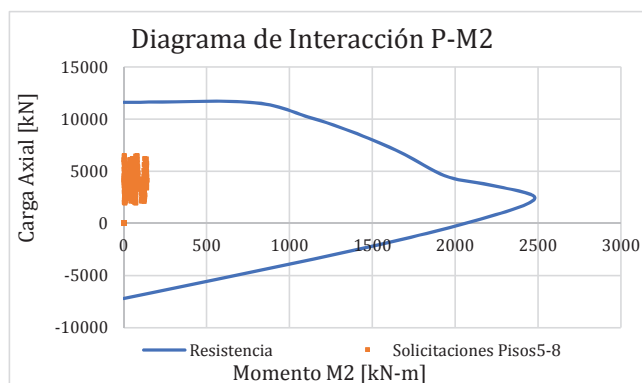
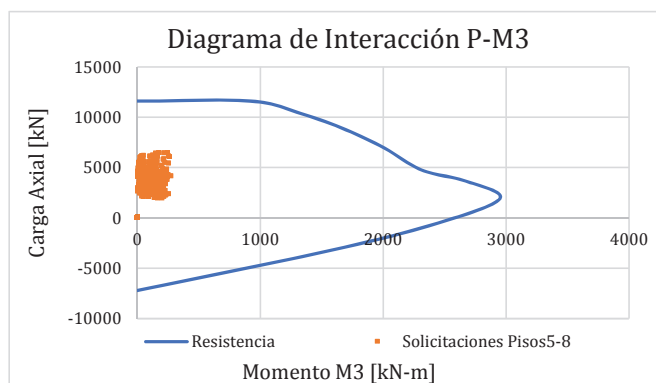


MATERIALES		
f_c	28	MPa
f_y	420	MPa
GEOMETRÍA		
Base	0,7	m
Altura	0,9	m
Recubrimiento	0,05	m
CUANTÍA REQUERIDA		
Cuantía	3,7	%

DISPOSICIÓN DEL REFUERZO LONG.		
Dirección de la Base (Inc. Esquinas)		
Barras N°	10	
Cantidad/Cara	7	un
Separación	100	mm
Dirección de la Altura		
Barras N°	9	
Cantidad/Cara	9	un
Separación	80	mm

DISPOSICIÓN DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Separación Long. (S)	90	mm
S Máx. Permitido	150,0	mm
¿Se considera V_c en la resistencia?	En V_2	En V_3
	No	No
ϕ	0,75	-

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN



DISEÑO A CORTANTE

CORTANTE DIRECCIÓN V2		
Barras N°	4	
Cantidad	5	Ramas
Separación Ramas (h_x)	200	mm
h_x Máx. Permitido	350	mm
A_{sh2}	645	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	330,9	mm ²
V_{c2}	535,2	KN
V_{s2}	2558,5	KN
ϕV_{n2}	1918,9	KN
V_{u2}	1912,5	KN
Revisión	✓	-

CORTANTE DIRECCIÓN V3		
Barras N°	4	
Cantidad	6	Ramas
Separación Ramas (h_y)	200	mm
h_y Máx. Permitido	350	mm
A_{sh3}	774	mm ²
A_{sh} Mín. Permitido	438,9	mm ²
V_{c3}	526,2	KN
V_{s3}	2347,8	KN
ϕV_{n3}	1760,9	KN
V_{u3}	1530,833	KN
Revisión	✓	-

Diseño de vigas - Edificio de 16 pisos

ANEXO 4.7

f'c [MPa]	28
Fy [MPa]	420
B [m]	0,50
h [m]	0,60
d [m]	0,56

Nivel	Beam	Loc	V [kN]	V ₀ [kN]	No. Var	# de ramas	Av [cm ²]	s [m]	ϕ _N [kN]
PA	VG-1	0,35	20,072	265,915889	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,65	71,481	265,915889	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,35	-66,011	265,915889	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,65	-9,966	265,915889	3	3	2,13	0,12	498,31
PA	VG-2	0,35	35,342	428,27389	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,15	86,683	428,27389	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,35	-68,39	428,27389	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,15	-16,735	428,27389	3	3	2,13	0,12	498,31
PA	VG-3	0,25	12,577	355,016405	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,7	65,913	355,016405	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,25	-62,81	355,016405	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,7	-5,774	355,016405	3	3	2,13	0,12	498,31
PA	VG-4	0,3	24,149	342,719912	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,2	76,545	342,719912	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,3	-62,04	342,719912	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,2	-9,983	342,719912	3	3	2,13	0,12	498,31
PA	VG-5	0,35	13,898	389,346724	3	3	2,13	0,12	498,31
		8,65	74,827	389,346724	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,35	-66,391	389,346724	3	3	2,13	0,12	498,31
		8,65	-2,984	389,346724	3	3	2,13	0,12	498,31
PA	VG-6	1,4	176,485	865,03676	4	4	5,16	0,12	943,72
		5,65	42,223	865,03676	4	4	5,16	0,12	943,72
		1,4	-42,106	865,03676	4	4	5,16	0,12	943,72
		5,65	-102,479	865,03676	4	4	5,16	0,12	943,72
PA	VG-7	0,25	9,529	387,068472	3	3	2,13	0,12	498,31
		8,6	71,111	387,068472	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,25	-60,884	387,068472	3	3	2,13	0,12	498,31
		8,6	2,575	387,068472	3	3	2,13	0,12	498,31
PA	VG-8	0,4	65,55	275,244204	3	3	2,13	0,12	498,31
		5,6	104,663	275,244204	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,4	-77,82	275,244204	3	3	2,13	0,12	498,31
		5,6	-38,336	275,244204	3	3	2,13	0,12	498,31
PA	VG-9	1,4	105,584	633,009942	4	4	5,16	0,12	943,72
		7,15	24,462	633,009942	4	4	5,16	0,12	943,72
		1,4	-20,819	633,009942	4	4	5,16	0,12	943,72
		7,15	-57,412	633,009942	4	4	5,16	0,12	943,72

M [KN-m]	No. Var	cantidad	ρ	As [cm ²]	ϕM_n [KN-m]
135,1011	5	5	0.0036	9,950	204,00
181,7957	5	5	0.0036	9,950	204,00
-163,171	7	5	0.0069	19,350	384,55
-142,5069	7	5	0.0069	19,350	384,55
171,8407	10	6	0.0138	38,700	719,00
173,7444	10	6	0.0138	38,700	719,00
-162,8408	10	6	0.0138	38,700	719,00
-157,7286	10	6	0.0138	38,700	719,00
109,593	5	5	0.0036	9,950	204,00
144,3074	5	5	0.0036	9,950	204,00
-152,6705	6	5	0.0051	14,200	287,09
-137,2622	6	5	0.0051	14,200	287,09
136,0612	5	5	0.0036	9,950	204,00
133,371	5	5	0.0036	9,950	204,00
-144,0223	6	5	0.0051	14,200	287,09
-144,0326	6	5	0.0051	14,200	287,09
135,591	10	6	0.0138	38,700	719,00
158,6921	10	6	0.0138	38,700	719,00
-173,0835	10	6	0.0138	38,700	719,00
-152,9394	10	6	0.0138	38,700	719,00
197,7471	8	14	0.0255	71,400	1170,31
246,0833	8	14	0.0255	71,400	1170,31
-116,7027	8	14	0.0255	71,400	1170,31
-111,6669	8	14	0.0255	71,400	1170,31
118,8199	5	5	0.0036	9,950	204,00
135,9568	5	5	0.0036	9,950	204,00
-152,0541	6	5	0.0051	14,200	287,09
-141,3395	6	5	0.0051	14,200	287,09
200,6261	6	5	0.0051	14,200	287,09
202,368	6	5	0.0051	14,200	287,09
-162,4456	7	5	0.0069	19,350	384,55
-160,0009	7	5	0.0069	19,350	384,55
175,7826	8	14	0.0255	71,400	1170,31
188,2763	8	14	0.0255	71,400	1170,31
-82,9523	8	14	0.0255	71,400	1170,31
-73,4738	8	14	0.0255	71,400	1170,31

[illegible]

Diseño de vigas - Edificio de 16 pisos

ANEXO 4.7

f'c [MPa]	28
Fy [MPa]	420
B [m]	0,50
h [m]	0,60
d [m]	0,56

Nivel	Beam	Loc	V [kN]	Yp [kN]	No. Var	# de ramas	Av [cm ²]	s [m]	φN [kN]
PB	VG-1	0,35	20,77	265,915889	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,65	71,569	265,915889	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,35	-88,321	265,915889	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,65	-27,156	265,915889	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,35	37,518	428,27389	3	3	2,13	0,12	498,31
PB	VG-2	7,15	88,917	428,27389	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,35	-85,529	428,27389	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,15	-34,113	428,27389	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,25	12,614	355,016405	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,75	65,292	355,016405	3	3	2,13	0,12	498,31
PB	VG-3	0,25	-83,457	355,016405	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,7	-21,966	355,016405	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,3	25,36	342,719912	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,2	77,768	342,719912	3	3	2,13	0,12	498,31
		7,2	-19,315	342,719912	3	3	2,13	0,12	498,31
PB	VG-5	0,35	14,078	389,346724	3	3	2,13	0,12	498,31
		8,65	74,662	389,346724	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,35	-85,969	389,346724	3	3	2,13	0,12	498,31
		8,65	-20,253	389,346724	3	3	2,13	0,12	498,31
		1,4	138,332	865,03676	4	4	5,16	0,12	943,72
PB	VG-6	5,65	44,703	865,03676	4	4	5,16	0,12	943,72
		1,4	-47,909	865,03676	4	4	5,16	0,12	943,72
		5,65	-62,385	865,03676	4	4	5,16	0,12	943,72
		0,25	9,484	387,068472	3	3	2,13	0,12	498,31
		8,6	70,727	387,068472	3	3	2,13	0,12	498,31
PB	VG-7	0,25	-76,755	387,068472	3	3	2,13	0,12	498,31
		8,6	-11,37	387,068472	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,4	64,632	275,244204	3	3	2,13	0,12	498,31
		5,6	103,777	275,244204	3	3	2,13	0,12	498,31
		0,4	-91,151	275,244204	3	3	2,13	0,12	498,31
PB	VG-9	5,6	-51,754	275,244204	3	3	2,13	0,12	498,31
		1,4	81,576	633,009942	3	5	3,55	0,12	707,05
		7,15	31,281	633,009942	3	5	3,55	0,12	707,05
		1,4	-33,433	633,009942	3	5	3,55	0,12	707,05
		7,15	-30,758	633,009942	3	5	3,55	0,12	707,05

M [kN-m]	No. Var	cantidad	ρ	As [cm ²]	ϕ_m [kN-m]
137,374	5	5	0,0036	9,950	204,00
198,4032	5	5	0,0036	9,950	204,00
-245,0745	7	5	0,0069	19,350	384,55
-139,088	7	5	0,0069	19,350	384,55
179,11	10	6	0,0138	38,700	719,00
180,2615	10	6	0,0138	38,700	719,00
-220,8387	10	6	0,0138	38,700	719,00
-221,5946	10	6	0,0138	38,700	719,00
109,7506	5	5	0,0036	9,950	204,00
156,4398	5	5	0,0036	9,950	204,00
-229,8958	6	5	0,0051	14,200	287,09
-139,9853	6	5	0,0051	14,200	287,09
140,2649	5	5	0,0036	9,950	204,00
137,4584	5	5	0,0036	9,950	204,00
-175,3187	6	5	0,0051	14,200	287,09
-179,9046	6	5	0,0051	14,200	287,09
136,1806	10	6	0,0138	38,700	719,00
164,9881	10	6	0,0138	38,700	719,00
-254,4053	10	6	0,0138	38,700	719,00
-186,6114	10	6	0,0138	38,700	719,00
166,4346	8	14	0,0255	71,400	1170,31
204,7046	8	14	0,0255	71,400	1170,31
-97,0434	8	14	0,0255	71,400	1170,31
-102,3068	8	14	0,0255	71,400	1170,31
118,6212	8	14	0,0036	9,950	204,00
139,9006	8	14	0,0036	9,950	204,00
-218,7504	6	5	0,0051	14,200	287,09
-162,8343	6	5	0,0051	14,200	287,09
198,2878	6	5	0,0051	14,200	287,09
199,7365	6	5	0,0051	14,200	287,09
-196,677	7	5	0,0069	19,350	384,55
-195,5222	7	5	0,0069	19,350	384,55
153,2186	8	14	0,0255	71,400	1170,31
160,1347	8	14	0,0255	71,400	1170,31
-83,1152	8	14	0,0255	71,400	1170,31
-85,2242	8	14	0,0255	71,400	1170,31

[illegible][illegible]

f'c [MPa]	28
Fy [MPa]	420
B [m]	0.50
h [m]	0.60
d [m]	0.56

Nivel	Beam	Loc	V [kN]	Vp [kN]	No. Var	# de ramas	Av [cm ²]	s [m]	φVn [kN]	OK!!!
PD	VG-1	0.35	-3,014	232,440,787	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		7.65	44,721	247,924,076	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		0.35	-61,372	247,924,076	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		7.65	1,046	232,440,787	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
PD	VG-2	0.35	17,331	377,409,769	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		7.15	68,73	377,409,769	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		0.35	-50,319	377,409,769	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		7.15	0,858	377,409,769	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
PD	VG-3	0.25	-9,106	339,844,86	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		7.7	40,623	339,844,86	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		0.25	-58,223	339,844,86	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		7.7	4,165	339,844,86	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
PD	VG-4	0.3	6,537	326,339,041	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		7.2	58,905	326,339,041	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		0.3	-39,395	326,339,041	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		7.2	12,22	326,339,041	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
PD	VG-5	0.35	-2,976	347,674,914	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		8.65	55,937	347,674,914	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		0.35	-62,199	347,674,914	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		8.65	4,12	347,674,914	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
PD	VG-6	1.4	34,158	865,036,76	4	4	5,16	0.12	943,72	OK!!!
		5.65	30,849	865,036,76	4	4	5,16	0.12	943,72	OK!!!
		1.4	-20,089	865,036,76	4	4	5,16	0.12	943,72	OK!!!
		5.65	-3,325	865,036,76	4	4	5,16	0.12	943,72	OK!!!
PD	VG-7	0.25	-5,883	373,532,183	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		8.6	53,744	373,532,183	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		0.25	-56,154	373,532,183	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		8.6	10,107	373,532,183	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
PD	VG-8	0.4	27,368	206,514,154	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		5.6	66,691	206,514,154	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		0.4	-37,338	206,514,154	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
		5.6	1,93	206,514,154	3	3	2,13	0.12	498,31	OK!!!
PD	VG-9	1.4	16,611	633,009,942	3	5	3,55	0.12	707,05	OK!!!
		7.15	27,184	633,009,942	3	5	3,55	0.12	707,05	OK!!!
		1.4	-17,193	633,009,942	3	5	3,55	0.12	707,05	OK!!!
		7.15	7,16	633,009,942	3	5	3,55	0.12	707,05	OK!!!

M [kN-m]	No. Var	cantidad	p	As [cm ²]	φMn [kN-m]	OK!!!
49,0328	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
156,1982	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
-145,6853	6	5	0.0051	14,200	287,09	OK!!!
-20,135	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
110,2768	8	6	0.0109	30,600	585,09	OK!!!
111,2784	8	6	0.0109	30,600	585,09	OK!!!
-99,4131	8	6	0.0109	30,600	585,09	OK!!!
-106,1062	8	6	0.0109	30,600	585,09	OK!!!
28,3809	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
118,0425	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
-133,5741	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
-31,1566	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
75,4375	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
72,9797	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
-64,8193	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
-74,6719	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
64,6312	8	6	0.0109	30,600	585,09	OK!!!
122,0083	8	6	0.0109	30,600	585,09	OK!!!
-152,2532	8	6	0.0109	30,600	585,09	OK!!!
-81,1914	8	6	0.0109	30,600	585,09	OK!!!
51,1551	8	14	0.0255	71,400	1170,31	OK!!!
57,1005	8	14	0.0255	71,400	1170,31	OK!!!
-28,6813	8	14	0.0255	71,400	1170,31	OK!!!
-36,9053	8	14	0.0255	71,400	1170,31	OK!!!
99,2385	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
-129,6851	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
-66,4664	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
101,5939	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
101,3821	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
-56,5612	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
-57,3454	5	5	0.0036	9,950	204,00	OK!!!
47,2531	8	14	0.0255	71,400	1170,31	OK!!!
40,081	8	14	0.0255	71,400	1170,31	OK!!!
-20,385	8	14	0.0255	71,400	1170,31	OK!!!
-30,2525	8	14	0.0255	71,400	1170,31	OK!!!

Bibliografía

- Abou-Elfath, H., Shamel Fahmy, A., & Mohamed Khalifa, K. (2018). Response modification factors of buckling-restrained braced frames designed according to the Egyptian code. *Alexandria Engineering Journal*.
<https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.07.001>
- ASIS Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*.
- Applied Technology Council. (1996). ATC-40. *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, 1 & 2*.
- Ardila Valencia, J. G. (2016). *EVALUACIÓN DEL COEFICIENTE DE DISIPACIÓN ENERGÍA, R, PARA EDIFICIOS CON UN SISTEMA ESTRUCTURAL COMBINADO DE MUROS Y PÓRTICOS EN CONCRETO, CON DIFERENTE NÚMERO DE PISOS*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- ASCE. (2000). *FEMA 356 Prestandard & commentary for the seismic rehabilitation of buildings* (Issue November).
- ASCE. (2016). Seismic design requirements for structures with damping systems. In *ASCE 07-16* (pp. 181–196).
- Asgarian, B., & Shokrgozar, H. R. (2009). BRBF response modification factor. *Journal of Constructional Steel Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2008.08.002>
- Avecillas León, J. (2019). ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE RIOSTRAS DE PANDEO RESTRINGIDO COMO DISPOSITIVOS DISIPADORES DE ENERGÍA. *Universidad de Cuenca*.
- Black, C., & Aiken, I. (2002). *Component Testing, Stability Analysis and Characterization of Buckling-Restrained Unbonded Braces* (Issue September).
- Cancelado, R. A. (2013). Caracterización experimental de riostras de pandeo restringido a escala sometidas a cargas cíclicas. *Revista de Ingeniería. Universidad de Los Andes*, 39, 17–23.
- Cinitha, A., Umesha, P. K., & Iyer, N. R. (2012). Nonlinear static analysis to assess seismic performance and vulnerability of code - conforming RC buildings. *WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics*, 7(1), 39–48.
- Crisafulli, F. J. (2016). *Diseño sismorresistente de construcciones de acero* (A. L. del A.-Alacero (ed.)).
- Gang, L., Yi, J., Shuchuan, Z., Yan, Z., & Qiang, L. (2015). Seismic design or retrofit of buildings with metallic structural fuses by the damage-reduction spectrum.

EARTHQUAKE ENGINEERING AND ENGINEERING VIBRATION, 14(1), 85–96.
<https://doi.org/10.1007/s11803-015-0008-3>

Hakim, R. A., Alama, M. S., & Ashour, S. A. (2014). Seismic Assessment of RC Building According to ATC 40, FEMA 356 and FEMA 440. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 39(11), 7691–7699. <https://doi.org/10.1007/s13369-014-1395-x>

Hou, H. T., Li, M. J., Yan, X. X., Qiu, C. X., Liu, X. F., & Qu, B. (2018). TESTING OF BUCKLING □ RESTRAINED BRACES WITH REPLACEABLE FUSES. *Ninth International Conference on Advances in Steel Structures (ICASS'2018)*.
<https://doi.org/10.18057/ICASS2018.P.051>

Kersting, R. A., Fahnestock, L. A., & López, W. A. (2015). *Seismic Design of Steel Buckling-Restrained Braced Frames*.

Kibayashi, M., & Kasai, K. (2004). JSSI manual for building passive control technology. PART-1 Manual contents and design/analysis methods. *13th World Conference on Earthquake Engineering*, 2989.

Mahmoudi, M., & Zaree, M. (2013). Determination the response modification factors of buckling restrained braced frames. *Procedia Engineering*.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.03.020>

Oviedo, J. A., & Duque, M. del P. (2006). Sistema de control de respuesta sísmica en edificaciones. *EIA - Escuela de Ingenieria de Antioquia*, 6.

Oviedo, J. A., & Duque, M. del P. (2009). Control de respuesta sísmica en Colombia. *EIA*, 11, 51–63.

Oviedo, J. A., Midorikawa, M., & Asari, T. (2010). Earthquake response of ten-story story-drift-controlled reinforced concrete frames with hysteretic dampers. *Engineering Structures*, 32(6), 1735–1746. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2010.02.025>

Oviedo, J. A., Midorikawa, M., & Asari, T. (2012). Seismic Performance of Story Drift-Controlled RC Frames with Hysteretic Dampers. *Earthquake Spectra: November 2012*, 28(4), 1569–1587. <https://doi.org/10.1193/1.4000092>

Özkılıç, Y. O., Bozkurt, M. B., & Topkaya, C. (2018). Evaluation of seismic response factors for BRBFs using FEMA P695 methodology. *Journal of Constructional Steel Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2018.09.015>

Palazzo, G. L., Crisafulli, F., & López, F. (2005). Evaluación Numérica de la Respuesta Sismorresistente de un Pórtico de Hormigón Armado Rehabilitado con Barras de Pandeo Restringido. *Memorias Del Simposio Fib “El Hormigón Estructural y El Transcurso Del Tiempo*.

Palazzo, G. L., Crisafulli, F., López, F., & Frau, C. (2005). Análisis dinámico no lineal de una estructura de hormigón armado con barras de pandeo restringido. *Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Antisísmica IX Jornadas*.

Palazzo, G. L., Martínez, C. A., & Bay, C. O. (2017). Procedimientos reglamentarios de

- análisis de estructuras sismorresistentes con sistemas de disipación pasiva de energía. *Mecánica Computacional*, 35, 2261–2285.
- Pandikkadavath, M. S., & Sahoo, D. R. (2016). Cyclic testing of short-length buckling-restrained braces with detachable casings. *Earthquakes and Structures*, 10(3), 699–716. <https://doi.org/10.12989/eas.2016.10.3.699>
- Rahnavard, R., Naghavi, M., Aboudi, M., & Suleiman, M. (2018). Case Studies in Construction Materials Investigating modeling approaches of buckling-restrained braces under cyclic loads. *Case Studies in Construction Materials*, 8(December 2017), 476–488. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2018.04.002>
- Rosenblueth, E. (1951). *A Basis for Aseismic Design*. University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL, USA.
- Saiidi, M., & Sozen, M. A. (1981). Simple nonlinear seismic analysis of RC structures. *Journal of the Structural Division-ASCE*, 107(5), 937–952.
- Surendran, N., & P, A. V. (2017). Buckling Restrained Braces (BRB) – A Review. *International Journal of Engineering and Technology(IRJET)*, 4(3), 2320–2324. <https://irjet.net/archives/V4/i3/IRJET-V4I3603.pdf>
- Valencia, D., & Valencia, G. (2008). Evaluación del coeficiente de disipación de energía , R, para algunos tipos de estructuras de acero. *Revista de Ingeniería e Investigación*, 28(1), 41–49.
- Wada, A., Huang, Y., & Bertero, V. (2004). Innovative strategies in earthquake engineering (Chapter 10). *Earthquake Engineering: Recent Advances and Applications*.